628.1
H42m
cop. 1

RAPPORT

CONCERNANT UN

MEILLEUR APPROVISIONNEMENT D'EAU

POUR LA

CITÉ DE MONTRÉAL

FAIT A

SON HONNEUR LE MAIRE

ET AUX

COMMISSAIRES DE LA CITÉ DE MONTRÉAL

MONTRÉAL, QUÉBEC

UNIVERSITY OF ILLINOIS
LIBRARY

Class 628.1
Book H42mf
Volume
cop. 1

F 11-20M

RAPPORT

CONCERNANT UN

Meilleur Approvisionnement d'Eau

POUR LA

CITÉ DE MONTRÉAL

FAIT A

SON HONNEUR LE MAIRE

ET AUX

COMMISSAIRES DE LA CITÉ DE MONTRÉAL

MONTRÉAL, QUÉBEC

HERING & FULLER
INGENIEURS CONSULTANTS

---

2 JUILLET 1910

623.1
H4amf
cop. 1

18 Ap'11 E.E.

TABLE DES MATIERES.

PAGE

Exposé général de la question..... 5
Approvisionnement d'eau actuel..... 5
Améliorations à l'aqueduc en voie d'exécution..... 6
Statistiques de la fièvre typhoide..... 7
Traitement de l'eau par l'hypochlorite de chaux..... 10
Qualité de l'eau alimentant la Ville..... 10
    Fleuve St-Laurent..... 10
    Rivière Ottawa..... 11
    Source de l'eau alimentant Montréal..... 11
Système de purification..... 13
Nouvelles sources d'approvisionnement..... 13
Quantité d'eau pour les besoins futurs..... 13
Sujets traités dans le rapport..... 13
Approvisionnement d'eau souterraine..... 14
Approvisionnement par gravitation provenant des Laurentides..... 14
Agrandissement de l'aqueduc..... 30
Nouvelle prise d'eau projetée..... 31
Méthodes disponibles pour la purification de l'eau..... 39
    Filtration par sable..... 40
    Nettoyage des filtres..... 48
    Coagulation..... 52
    Filtration mécanique..... 54
    Filtration double ou multiple..... 56
    Filtres non submergés..... 59
    Hypochlorite de chaux..... 60
    Traitement par l'ozone..... 63
Méthode de filtration convenant le mieux pour la purification de l'eau alimentant Montréal..... 65
    Filtres à sable ordinaires..... 66
    Filtres mécaniques..... 68
    Filtration double..... 70
    Traitement par l'hypochlorite..... 71
    Comparaison entre les différents genres de filtres..... 72
    Superficie de terrain nécessaire..... 73
    Recouvrement des réservoirs distributeurs existants..... 74
Résumé et conclusions..... 74

29782

Direct Ex

Digitized by the Internet Archive
in 2018 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign Alternates

https://archive.org/details/rapportconcernan00heri_0

2 juillet 1910.

A Son Honneur le Maire
et à MM. les Commissaires
de la Cité de Montréal.

Messieurs,

Conformément à vos instructions du 4 avril 1910, nous avons l'honneur de vous soumettre un rapport sur les études que nous avons faites au sujet des meilleurs moyens à prendre pour améliorer l'approvisionnement d'eau de la Cité de Montréal.

EXPOSÉ GÉNÉRAL DE LA QUESTION.

M. Georges Janin, ingénieur en chef et surintendant de l'Aqueduc de Montréal nous a fourni tous les dossiers et rapports qui nous montrent le développement à ce jour de l'approvisionnement municipal d'eau pour Montréal, en commençant par des rapports de 1852 de M. T.-C. Keefer, l'ingénieur qui a fait les plans et construit le premier aqueduc municipal.

Nous avons étudié personnellement tous les différents rapports et recommandations ayant trait à l'agrandissement et aux améliorations de toutes sortes, et surtout, nous avons revisé en détail la possibilité et l'opportunité des améliorations et des agrandissements qui ont été mis à l'étude durant ces dernières années.

Nos études sur ce point comprennent non-seulement le développement de l'approvisionnement actuel du fleuve Saint-Laurent, mais aussi les questions des autres sources d'approvisionnement tels que l'eau artésienne et celle venant par gravitation des lacs de montagne.

Pour être mieux compris, nous allons exposer brièvement l'état général de l'aqueduc tel que nous l'avons trouvé.

APPROVISIONNEMENT D'EAU ACTUEL.

Depuis 1856, la Cité de Montréal a maintenu un système municipal d'aqueduc au moyen de l'eau tirée du fleuve Saint-Laurent à environ deux milles en amont des rapides Lachine et environ trois milles en aval du lac Saint-Louis, qui est le confluent du fleuve Saint-Laurent et de la rivière Ottawa. A l'heure qu'il est, le volume d'eau puisée du fleuve est en moyenne de 37 millions de gallons impériaux par jour, et à certaines périodes, il s'élève à 42 millions par jour. Cette eau coule sur un parcours de cinq milles par gravitation à travers une nouvelle conduite en béton ayant un diamètre d'environ 8½ pieds. A l'extrémité inférieure de cette conduite, près du bas de l'avenue Atwater, l'eau est pompée par un système de pompes à vapeur comprenant cinq pompes à vapeur ayant une puissance collective de 52 millions de gallons impériaux par jour.

Les pompes refoulent cette eau dans le système de distribution du bas niveau de la ville, auquel se raccordent les réservoirs McTavish, qui ont une capacité de 37 millions de gallons impériaux. La ligne de déversement de ces réservoirs découverts est d'environ 205 pieds au-dessus du niveau de l'eau du port de Montréal. Cette ligne varie ordinairement de quelque deux pieds chaque jour. L'eau est soutirée de ces réservoirs pour maintenir en partie la consommation de la ville lorsque la dépense est la plus forte durant le jour, et la ligne de déversement dans les réservoirs est rétablie aux heures de la nuit lorsque la consommation de l'eau est très faible.

Du service de bas niveau, l'eau est refoulée par les pompes situées au réservoir McTavish jusqu'au réservoir du haut niveau, afin de maintenir une pression suffisante sur les versants du Mont-Royal. La quantité d'eau ainsi pompée est d'environ six millions de gallons impériaux par jour. Sur le système du haut niveau, il y a un réservoir pouvant contenir environ deux millions de gallons impériaux et dont la ligne de déversement est d'environ 422 pieds au-dessus du niveau de l'eau du port de Montréal. La moyenne de la consommation quotidienne par tête est d'environ 107 gallons impériaux.

La " Montreal Water & Power Co." fournit environ la moitié autant d'eau à la Cité de Montréal et à ses faubourgs que l'aqueduc appartenant à la Ville. Cette Compagnie tire son eau du fleuve Saint-Laurent, au moyen de son installation de pompes activées par la vapeur et l'électricité, et qui se trouve située près de l'embouchure de la rivière Saint-Pierre, à une distance d'environ 4,000 pieds de la station des pompes municipales et presque au pied du déversoir. Le sommet du tuyau de la prise d'eau est placé à environ 9½ pieds sous l'eau, à environ 2,000 du rivage et à environ trois milles en aval des rapides de Lachine. Au début cette Compagnie privée n'approvisionnait seulement que les faubourgs de Montréal, mais les nombreuses annexions faites par la Cité de Montréal des municipalités qui l'entourent a eu pour conséquence de porter au chiffre de 157,500 la population de la ville qui est actuellement approvisionnée par la Compagnie privée.

A l'heure actuelle, on estime que la population de Montréal et de ses faubourgs est d'environ 555,500, dont près de 347,000 habitants sont approvisionnés d'eau par l'aqueduc de Montréal et 200,000 par la "Montreal Water & Power Co."

Dans ce rapport nous n'étudions aucunement le système de la " Montreal Water & Power Co." Nous voyons que la question de l'achat et de l'absorption de cette Compagnie par la municipalité, a été quelque peu discutée, mais pendant que nous faisions nos recherches, la question est restée suspendue en attendant que la Législature provinciale ait pris en considération certains actes et certains règlements.

AMELIORATIONS QUI SE FONT ACTUELLEMENT A L'AQUEDUC.

Outre la conduite en béton fermée, récemment terminée, qui conduit l'eau en amont des rapides de Lachine à la station des pompes de bas niveau, nous voyons que l'on procède aussi à l'agrandissement du canal de l'aqueduc pour en développer le pouvoir d'eau. Primitivement, le canal ou aqueduc avait 40 pieds de largeur à la surface de l'eau et 8 pieds de profondeur. Avec une pente en longueur de 2½ pouces par mille, il amenait l'eau aux roues hydrauliques dans la station de pompage originaire où on avait créé une chute nominale de 16 pieds en construisant un déversoir artificiel sur une distance d'environ 4,000 pieds jusqu'au fleuve Saint-Laurent.

On ne se sert pas maintenant de l'ancienne station des pompes en attendant le parachèvement de l'aqueduc qu'on est à agrandir. Ce dernier sera d'une largeur de 60 pieds au fond, de 123 et 6 pouces à la ligne de déversement et d'une profondeur de 17 pieds.

Le coût de l'agrandissement de l'aqueduc est évalué à $893,500, y compris $77,800 pour l'achat du terrain. On s'attend à terminer ces améliorations vers le mois de décembre 1912. Au terminus de l'aqueduc actuel, on se propose de construire un nouveau pavillon des roues.

Les améliorations qu'on est à faire comprennent aussi la question de se pourvoir d'une nouvelle prise d'eau qui devra être placée à quelque distance du rivage, vis-à-vis la prise d'eau actuelle. Le but de cette prise d'eau serait d'éviter la pollution de la rive ainsi que des matières végétales colorées en dissolution que l'on trouve dans la rivière Ottawa, les eaux de laquelle longent la rive nord du Saint-Laurent près de la prise d'eau.

En attendant le résultat des recherches au sujet d'une amélioration dans l'approvisionnement de l'eau on a suspendu les décisions finales concernant la nouvelle prise d'eau et les arrangements pour la construction du nouveau pavillon des roues, des turbines et des pompes.

STATISTIQUES DE LA FIÈVRE TYPHOIDE.

Durant les 20 dernières années, la proportion de la mortalité causée par la fièvre typhoïde a été peu élevée dans la Cité de Montréal comparativement à celle des villes américaines en général, bien que cette proportion ait été bien au-dessus de la grande majorité des villes européennes importantes. La proportion pour les 20 dernières années est telle qu'on la voit dans les statistiques suivantes contenues dans les dossiers officiels du bureau d'hygiène.

DECES DUS A LA FIEVRE TYPHOIDE A MONTREAL POUR LES 20 ANS, DE 1890 A 1909 INCLUSIVEMENT.

Année.	Total des Décès.	Proportion par 100,000 de population.
1890	62	28.6
1891	65	29.7
1892	50	22.2
1893	48	20.7
1894	42	17.3
1895	44	17.6
1896	46	17.9
1897	62	23.4
1898	63	23.1
1899	48	16.7
1900	123	42.6
1901	130	43.7
1902	86	30.9
1903	90	31.4
1904	94	31.8
1905	55	18.1
1906	130	37.0
1907	122	33.2
1908	126	33.2
1909	212	53.6

Durant la fin de l'automne et le commencement de l'hiver de 1909–10 une sérieuse épidémie de fièvre typhoïde régnait dans Montréal et dans ses faubourgs. Un relevé hebdomadaire des cas et des décès dans les limites de la Ville apparait dans le tableau suivant qui nous est fourni par le docteur Laberge, médecin officier de santé de Montréal.

TABLEAU INTIQUANT LE NOMBRE DE CAS DE FIEVRE TPYHOIDE ET LE NOMBRE DE DECES DUS A CETTE MALADIE, POUR CHAQUE SEMAINE, DU MOIS D'OCTOBRE 1909 AU MOIS DE MARS 1910.

Mois.	Semaine expirant le	Cas.	Décès
1909			
Octobre	2	21	5
"	9	53	7
"	16	81	3
"	23	64	6
"	30	36	6
Novembre	6	17	2
"	13	76	8
"	20	38	6
"	27	77	3
Décembre	4	64	8
"	11	104	11
"	18	126	13
"	25	173	10
1910			
Janvier	1	276	13
"	8	202	26
"	15	208	20
"	22	58	11
"	29	89	8
Février	5	45	19
"	12	27	7
"	19	19	4
"	26	19	5
Mars	5	11	2
	Total.....	1,884	203

Nous n'avons pas cherché à faire une enquête sérieuse pour établir la responsabilité relative de l'eau provenant de l'usine municipale et de celle de l'usine de la " Montreal Water & Power Co." ou des sources d'infection autres que l'eau. Nous souscrivons aux conclusions auxquelles en sont arrivées les autorités médicales de Montréal, savoir que l'eau du Saint-Laurent, si on continue de s'en servir pour l'alimentation du public, devrait être filtrée dans l'intérêt de la santé publique.

Comme référence, nous donnons le tableau suivant montrant la distribution des cas de fièvre typhoïde et des décès dans les différentes parties de la Ville durant l'année 1909 et les premiers trois mois de 1910.

TABLEAU INDIQUANT LE NOMBRE DE CAS DE FIEVRE TYPHOIDE ET LE NOMBRE DE DECES DUS A CETTE MALADIE, SIGNALES AU DEPARTEMENT D'HYGIENE DE LA CITE DE MONTREAL POUR CHAQUE QUARTIER

Quartiers.	1909		Jan-Fév-Mars. 1910	
	Cas.	Décès.	Cas.	Décès.
St-Henri	441	37	89	15
Ste-Cunégonde	159	17	29	9
St-Gabriel	61	10	10	4
St-André	53	7	7	—
St-Georges	61	4	29	3
St-Joseph	78	8	12	2
Ste-Anne	72	8	15	4
St-Laurent	99	11	13	1
St-Jean-Baptiste	77	8	36	6
St-Louis	87	10	34	4
Ouest	5	—	3	—
Centre	6	—	—	—
Est	13	2	1	—
St-Denis	235	31	81	19
Duvernay	83	4	15	2
LaFontaine	55	6	18	3
St-Jacques	45	4	17	2
Papineau	63	6	25	3
Ste-Marie	61	12	17	6
Hochelaga	52	10	11	—
Mont-Royal	9	2	5	—
DeLorimier	77	10	45	8
Autres Institutions		5		3
Laurier			65	19
Total.....	1,892	212	577	113

TRAITEMENT PAR L'HYPOCHLORITE DE CHAUX.

Le traitement au moyen de l'hypochlorite de chaux a été adopté à l'usine municipale ainsi qu'à celle de la " Montreal Water & Power C.o" Depuis le 18 janvier 1910 l'eau fournie par la "Montreal Water & Power Co." a été traitée d'une façon régulière à l'hypochlorite de chaux et le même traitement a été donné à l'eau fournie par l'usine municipale depuis le 8 février 1910. Ces deux usines ont travaillé beaucoup pour détruire systématiquement les bactéries nuisibles qui sont dans l'eau fournie aux citoyens de Montréal. Un état détaillé de ce procédé de stérilisation sera donné plus tard dans ce rapp ort quand on en viendra à la discussion complète des différents modes de purification qu'on peut employer pour purifier l'approvisionnement de la Ville.

QUALITÉ DE L'APPROVISIONNEMENT MUNICIPAL DE L'EAU.

Antérieurement aux recherches actuelles, aucunes analyses quotidiennes de l'approvisionnement d'eau de la Cité de Montréal n'ont été faites, bien que durant les 20 dernières années, on a consacré beaucoup de temps à l'étude chimique et bactériologique de l'eau de Montréal. Nous avons examinés avec soin les divers dossiers et les données qu'on a pu nous procurer, surtout les recherches bactériologiques faites par feu le docteur Wyatt-Johnston, à partir d'il y a vingt ans, et le rapport précieux préparé par un commission en 1904 et 1905, composée des docteurs R.-F. Ruttan, et Milto^e L. Hersey, chimistes, et de Arthur Bernier et J. E. Laberge, bactériologistes^n Cette Commission qui a présenté son rapport le 22 novembre 1905, a fait des analyses hebdomadaires des eaux du Saint-Laurent et de l'Ottawa en amont de leur confluent dans la baie de Beauharnois ainsi que de l'eau telle que fournie au robinet de l'usine municipale et de la " Montreal Water & Power Co." Ces messieurs ont aussi fait diverses études spéciales sur la composition des eaux locales et ceci faisait partie de leur travail comme membres de cette Commission. Avant de résumer les résultats de ces analyses, il serait bon de mentionner brièvement quelles sont les conditions de la ligne de partage des eaux, comme suit:

FLEUVE SAINT LAURENT.

Le Saint-Laurent au-dessus de l'embouchure de l'Ottawa reçoit l'eau d'une étendue d'environ 510,000 milles carrés. Le fleuve a, en moyenne, une largeur de un à deux milles, et, à environ douze milles au-dessus de la prise d'eau, se répand dans le lac Saint-Louis qui est de quatre à sept milles de largeur. Le lac Saint-François, à 35 milles au-dessus de la prise d'eau, est d'environ huit milles de largeur. Sur le Saint-Laurent, il y a des rapides à des points situés à environ 20, 25, 30, 35 et 80 milles au-dessus de la prise d'eau. Cette eau ressemble beaucoup à l'eau des grands lacs. Normalement, elle est très claire et n'est pas colorée ni troublée d'une manière appréciable. Elle est plutôt dure, l'alcalinité étant d'environ 95 parties par million. La dureté permanente ou les incrustants sont en petite quantité, atteignant peut-être en moyenne 20 parties par million. Il y a environ dix villes et villages ayant une population d'à peu près 82,000 habitants qui sont pourvus de système de drainage qui se déversent dans le Saint-Laurent entre le lac Ontario et la prise d'eau de Montréal. On peut voir la situation de ces cités et de ces villes sur une carte déposée aux archives du départe-

ment de l'aqueduc. Les matières de pollution qui entrent dans le Saint-Laurent, sont, il va sans dire, énormément diluées, car on estime que le débit ordinaire du fleuve est d'au-delà de 500,000 pieds cubes à la seconde, ce qui équivaut à environ 270,000 millions de gallons impériaux par jour.

LA RIVIÈRE OTTAWA.

Cette rivière égoutte une étendue d'environ 60,000 milles carrés et a une largeur moyenne de un peu plus de un demi mille sur une distance de 100 milles environ au-dessus de Montréal. Le lac des Deux-Montagnes dans lequel le fleuve se répand, quelque 25 milles en amont de la ville, a de deux à quatre milles de largeur. Une grande quantité de l'eau de la rivière Ottawa (connue sous le nom de Saint-Laurent à travers le lac Saint-Louis) coule au nord de l'île de Montréal à travers la rivière des Prairies. La population sur la ligne de partage des eaux se chiffre à environ 90,000 habitants pour ces cités et ces villes, qui ont des systèmes d'égout, tels qu'indiqués sur une carte qui est aux archives du département de l'aqueduc.

L'eau de la rivière Ottawa est très colorée à cause de l'industrie du flottage de bois, des marais, des terres boisées et des dépôts de sciure de bois qui se trouvent sur le territoire formant le bassin du fleuve. L'eau en est très douce, ayant une alcalinité en moyenne d'environ 20 parties par million, et une très petite partie, presque nominale, de dureté permanente ou d'incrustants. Cette eau transporte une turbidité composée de débris organiques formant de 5 à 20 parties par million. Comparativement il y a dans l'eau peu de turbidité minérale due au limon ou à la glaise, bien qu'il y ait des dépôts de glaise sur le bassin des eaux, qui se font sentir de temps en temps dans l'état vaseux de l'eau à Montréal. Nous sommes informés qu'il y a quelques années, un banc de glaise de 40 à 50 acres en superficie a glissé dans la rivière du Lièvre et l'effet de cette glissade a été très remarquable, pendant quelque temps, dans l'eau de Montréal.

SOURCE DE L'EAU ALIMENTANT MONTRÉAL.

L'approvisionnement d'eau de l'usine municipale étant tiré d'une prise d'eau placée sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent à une faible distance en aval du confluent du Saint-Laurent et de l'Ottawa, il est bien naturel de constater que l'eau de Montréal n'est pas un mélange complet des deux eaux. En avril et mai lorsque le débit de la rivière Ottawa est surchargé à cause de la fonte des neiges des campagnes du Nord, l'approvisionnement de la Cité est presque entièrement composé de l'eau de la rivière Ottawa. D'un autre côté,durant les mois de février et mars, on constate souvent que des gorges de glace dans le Saint-Laurent gonflent le cours naturel des eaux et font que la rivière Ottawa est presque totalement détournée vers le nord de l'île de Montréal, à travers la rivière des Prairies. L'eau d'approvisionnement, pendant ce temps-là, à la prise municipale, se trouve en conséquence composé presque complètement d'eau du Saint-Laurent. Le tableau suivant, tiré du rapport de la Commission de 1905, montre des calculs faits à la prise d'eau de Montréal, sur la proportion d'eau provenant des rivières Saint-Laurent et Ottawa, respectivement, basés sur une comparaison des matières solides dissoutes et d'alcalinité, qui sont des constituants naturels des deux eaux et non affectées par la pollution causée par la population qui réside sur le territoire formant le bassin des deux fleuves.

PROPORTION MOYENNE D'EAU DU SAINT-LAURENT ET DE LA RIVIERE OTTAWA DONT EST COMPOSEE L'EAU ALIMENTANT MONTREAL

Mois.	Proportion de l'eau de la Rivière Ottawa	Proportion de l'eau du fleuve Saint-Laurent
1904		
Novembre	76.4	23.6
Décembre	56.5	43.5
1905		
Janvier	60.7	39.3
Février	10.1	89.9
Mars	4.4	95.6
Avril	93.7	6.3
Mai	90.0	10.0
Juin	50.0	50.0
Juillet	28.5	71.5
Août	36.0	64.0
Septembre	34.2	65.8
Octobre	42.2	57.8

L'eau de la rivière à la prise d'eau actuelle, surtout durant les mois du printemps, alors que nous avons eu l'occasion de l'étudier personnellement, n'est pas d'une apparence attrayante, à cause des matières organiques qu'elle contient en suspension et en solution. Ces matières organiques provenant des terres boisées et du commerce du bois sur le territoire avoisinant le bassin des eaux de la rivière Ottawa, n'ont probablement aucun effet sur la santé des consommateurs d'eau, mais cela est de nature à déprécier sérieusement un aqueduc moderne de premier ordre, comme ceux que l'on trouve dans les grandes villes. Quant à la pollution causée par les matières organiques, autres que celles provenant du lavage du sol, des fermes, etc., elle est de peu d'importance—de fait, tellement minime qu'elle ne peut être déterminée d'une manière satisfaisante. Cela est dû, en réalité, à la dilution de ces matières dans les eaux de cette grande rivière. Quant aux bactéries, l'eau jusqu'à un certain point, se ressent de la présence de la population qui habite le territoire avoisinant le bassin des eaux. Ceci est surtout vrai quant à ce qui concerne la présence du B. coli communis. Souvent des échantillons d'un ou deux centimètres cubes démontrent la présence de bactéries d'origine intestinale, provenant de l'homme ou des animaux domestiques. Tout bien considéré, nous sommes convaincus de l'exactitude des conclusions des différents analystes qui ont fait des rapports sur l'eau de Montréal et qui déclarent que sa condition, au point de vue hygiénique, est telle qu'il faudrait la purifier.

L'on trouvera plus loin d'autres données concernant les eaux du Saint-Laurent et de la rivière Ottawa qui ont été recueillies au cours des études spéciales que nous avons faites relativement à l'établissement d'une prise d'eau à diverses distances du rivage vis-à-vis le canal d'alimentation de l'aqueduc.

SYSTEMES DE PURIFICATION.

Quant au meilleur emplacement pour l'installation et la construction d'une usine de purification, il serait certainement préférable d'établir cette usine au pied de l'aqueduc actuel, dans le voisinage de la station des pompes. On peut se procurer dans le voisinage immédiat, entre l'aqueduc et le fleuve, un terrain qui suffirait pour plusieurs années à venir.

Les sections V et VI de ce rapport sont essentiellement consacrées à l'examen des mérites relatifs des divers systèmes de purification appliqués à l'eau tirée du fleuve à différentes distances de la tête de l'aqueduc, ainsi qu'à l'estimation des dépenses qu'ils nécessiteraient respectivement.

NOUVELLES SOURCES D'ALIMENTATION.

Pour faire un travail complet, nous nous sommes appliqués à rechercher s'il serait possible de se procurer de l'eau d'une autre source que le fleuve Saint-Laurent. Incidemment nous avons examiné s'il y aurait possibilité de s'approvisionner au moyen de puits artésiens, mais nous nous sommes surtout appliqués à continuer les études commencées, il y a déjà plusieurs années, quant au projet d'amener l'eau des lacs situés dans les Laurentides, cette question ayant été agitée, de temps à autre, depuis l'établissement de l'aqueduc à Montréal. Malheureusement les dossiers contenant les résultats des premières études qui ont été faites à ce sujet ont été égarés. Après un examen personnel sur les lieux et après nous être livrés à d'autres recherches, nous avons pris note des faits essentiels concernant la source d'approvisionnement d'eau qu'offrent les Laurentides.

QUANTITE D'EAU REQUISE POUR LES BESOINS FUTURS.

Vous nous avez demandé de rechercher tout d'abord le moyen d'obtenir, dès le début, un rendement moyen de 50 millions de gallons impériaux d'eau par jour, et de préparer des plans qui permettraient d'agrandir l'aqueduc lorsque le besoin s'en fera sentir. Vous nous avez aussi demandé de voir s'il serait opportun d'étudier la question d'approvisionnement d'eau non seulement pour quelques années à venir, mais pour le temps où la population de l'Ile de Montréal aura atteint le chiffre de 1,500,000 habitants.

SUJETS TRAITES DANS LE RAPPORT.

Le rapport est divisé en plusieurs sections, comme suit:

I Approvisionnement d'eau souterraine.

II Approvisionnement d'eau amenée des Laurentides par gravitation.

III Agrandissement de l'aqueduc ou du canal d'alimentation.

IV Nouvelle prise d'eau projetée.

V Différentes méthodes pour la purification de l'eau.

VI Système de filtration qui conviendrait le mieux pour purifier l'eau alimentant Montréal.

VII Résumé et conclusions.

I

APPROVISIONNEMENT D'EAU SOUTERRAINE.

Tous les ingénieurs qui ont étudié la question de l'approvisionnement d'eau par le moyen de puits artésiens sur l'Ile de Montréal ou dans le voisinage, s'accordent à dire que la chose est absolument impraticable, vu l'absence de couches aquifères bien définies et de dimension suffisante.

La question a été minutieusement étudiée par la Commission Géologique du Canada et a été discutée au long dans un rapport de quelque 74 pages, préparé par le professeur Frank-D. Adams, professeur de géologie de l'Université McGill. Ce document est intitulé: " Les puits artésiens et autres puits profonds de l'Ile de Montréal," et a été publié par le gouvernement en 1904.

En résumé, on peut dire que bien qu'il y ait un grand nombre de puits sur l'île, ils varient beaucoup en profondeur, n'indiquant aucuns lits continus d'où l'on pourrait tirer de l'eau en quantité considérable.

La qualité de l'eau varie beaucoup. Dans certains cas, elle est très douce, dans d'autres, très dure. On y trouve de l'eau de puits fortement minéralisée et quelque peu sulfureuse et conséquemment impropre aux usages domestiques.

Tout bien considéré, ces puits ne sauraient donner satisfaction comme source d'approvisionnement d'eau pour une municipalité.

APPROVISIONNEMENT D'EAU AMENÉE DES LAURENTIDES PAR GRAVITATION.

A partir de 1852, lorsque furent étudiés pour la première fois les plans du système actuel de l'aqueduc de Montréal, l'on a proposé, de temps à autre, d'amener l'eau des Laurentides à Montréal par gravitation. Cette question, durant les dernières années, paraît avoir été soulevée à cause de l'apparence peu attrayante de l'eau à la prise d'eau actuelle, due à sa coloration causée par les matières végétales et les débris de matières organiques. Si l'on a proposé cela, c'est dû aussi, partie au fait que l'on voulait éviter la dépense que nécessite le pompage de l'eau, et partie à une tendance à suivre les méthodes adoptées dans d'autres villes, tant aux Etats-Unis qu'en Europe, pour se procurer un approvisionnement d'eau de bonne qualité d'une certaine distance, par gravitation, en faisant venir l'eau des régions inhabitées ou ayant une population éparse.

M. Thomas-C. Keefer, le promoteur et le constructeur primitif de l'usine de Montréal, jugeait, en 1852, que le fait d'amener l'eau des montagnes nécessiterait une dépense considérable et injustifiable, et son opinion est partagée par les ingénieurs consultants qui ont soumis un rapport en 1853, savoir, feu M. John-B. Jarvis, l'ingénieur en chef qui a construit l'aqueduc de Croton pour la ville de New-York et feu M. William-J. McAlpine, Albany, N.Y., qui avait acquis beaucoup d'expérience en hydraulique dans la construction d'aqueducs municipaux et sur le canal Erie.

Cette question fut de nouveau agitée sérieusement en 1866, alors qu'on éprouva quelque difficulté, à cause de l'hiver rigoureux que l'on eut cette année-là, à continuer d'approvisionner la Ville par le pompage de

de l'eau, et en 1869, alors qu'on se servit de vapeur comme force motrice auxiliaire pour pomper l'eau durant les mois d'hiver.

Feu M. Louis Lesage, qui a été durant un grand nombre d'années ingénieur en chef et surintendant de l'aqueduc de Montréal, soumit, en 1866, un rapport élaboré sur cette question, basé sur des études qu'il avait faites sur l'approvisionnement d'eau par gravitation. Feu M. Charles Legge fit aussi un rapport assez long sur ce projet, en 1873, en se basant apparemment sur les études antérieures faites par M. Lesage.

Nous constatons aussi que ce sujet a été incidemment discuté, de temps à autre, durant ces dernières années, lorsqu'il s'est agi de l'agrandissement du déversoir actuel de l'aqueduc. La question a été étudiée par M. Janin et a été remise à l'étude dans le rapport préparé par MM. Thomas C. Keefer et J.-E. Vanier, en mars 1904, rapport qui (en ce qui touche le projet de gravitation) se lit comme suit:

GRAVITATION.

" La question de l'approvisionnement de l'eau par la gravitation, à Montréal, a déjà été discutée en plus d'une occasion, la premiere fois en 1852, quand il s'est agi d'adopter le système actuel, puis en 1866, lorsque des difficultés survinrent pendant l'hiver, dans le fonctionnement du pouvoir d'eau, et à cette occasion, feu M. Lesage fit une étude et une estimation du coût probable d'un projet de ce genre. Il nous a été impossible de nous procurer ce rapport, qui n'a jamais été annexé à celui du département de l'eau, que l'on publie tous les ans, mais on retrouve l'opinion de M. Lesage émise dans une allusion incidente faite par lui, à peu près sept ans plus tard, à l'occasion d'une excursion de quelques membres du Conseil de Ville dans les Cantons du Nord, avec feu M. Charles Legge, Ingénieur Civil, et dont nous avons lu le compte-rendu. Le rapport est entièrement basé sur les études antérieures de Monsieur Lesage sur le même sujet.

" Il fut de nouveau question du système de gravitation en 1869, quand on adopta la vapeur comme force motrice auxiliaire, pour l'hiver, à l'aqueduc. On mentionna nécessairement la gravitation en 1852, lors de l'adoption du système actuel, et ce dans les termes suivants: ' Montréal ne saurait songer à s'approvisionner d'eau par gravitation, si ce n'est à un prix que les circonstances seraient loin de justifier. La ville étant située sur une île et entourée d'une plaine très peu élevée, on ne saurait trouver d'approvisionnement suffisant plus près qu'en allant aux montagnes placées en arrière de New-Glasgow, et dont le bassin de drainage se déverse dans la rivière Ottawa. On obtiendrait un approvisionnement assez abondant et d'un niveau suffisamment élevé à cet endroit, en établissant à partir de là une conduite assez longue et aussi coûteuse que celle de l'aqueduc Croton à New-York, et qui atteindrait la Cité de Montréal en passant par l'île Jésus, sans avoir à traverser de cours d'eau navigable.'

" Dans son rapport annuel de 1873, M. Lesage parle comme suit de la question: ' Il y a deux ans, on avait déjà fait des démarches pour acquérir une partie de terrain requis pour le nouvel aqueduc projeté. Depuis lors, de nouvelles, ou plutôt de vieilles opinions déjà rejetées, ont été

ramenées au jour par de nouvelles personnes, et on dut prendre le temps de les discuter de nouveau. On a fait renaître l'année dernière, le projet d'amener à la ville l'eau des Laurentides par gravitation et, comme quelques Echevins étaient désireux de s'enquérir de la practicabilité de ce projet, on organisa une expédition, avec le concours d'un Ingénieur Conseil, pour explorer les diverses localités du Nord d'où l'on pouvait obtenir un approvisionnement abondant d'eau pure, à un niveau assez élevé pour alimenter les différentes parties de la ville, et même une analyse de l'eau des différents lacs situés dans cette partie du pays fût faite par le savant chimiste M. le Dr B. Edwards.

" D'après leur rapport, le projet présentait tellement d'obstacles et devait entraîner une telle dépense, qu'on jugea l'entreprise en dehors des moyens de la ville, et qu'on ne devait songer à se servir de l'endroit en question pour s'approvisionner d'eau.

" Le seul renseignement que nous ayons pu obtenir sur les résultats de l'étude de M. Lesage dans cette direction, nous vient du rapport fait subséquemment par M. Legge, l'ingénieur dont il a été fait mention, et lequel avait accompagné l'expédition de 1872. M. Lesage aurait examiné deux routes: la première partant de la rivière Ouareau, qu'on aurait endiguée à 8 milles au-dessus du village de Rawdon, soit à 48 milles de Montréal et où l'on pouvait obtenir une élévation de 560 pieds au-dessus du havre de Montréal. De la digue en question, les tuyaux de conduites (2 tuyaux de 36 pouces de diamètre chacun) suivaient le cours de la rivière, à travers les Laurentides, jusqu'à Rawdon; de là jusqu'à Ste-Julienne et le long de la ligne du fief Martel jusqu'à la rivière des Mille-Iles, et en la traversant environ un mille en haut du village de Lachenaie, et de là par l'Ile Jésus jusqu'à la rivière des Prairies, près du Village des Prairies, de là encore dans la direction de St-Léonard jusqu'au Mile-End, où l'on pourrait placer un réservoir sur le même niveau que celui du réservoir McTavish. La chute, entre la digue de la rivière Ouareau et ce réservoir, serait de 355 pieds et les deux tuyaux fourniraient ensemble près de 25 millions de gallons, c'est-à-dire plus de 12 millions de gallons d'eau chacun par 24 heures. Les dimensions de ces tuyaux qu'on a suggérées il y a plus de 20 ans, seraient insuffisantes aujourd'hui, attendu qu'un tuyau de la grosseur de l'un de ceux ci-dessus mentionnés (l'autre étant tenu en réserve) ne pourrait répondre à la demande actuelle de l'eau. En prolongeant le tuyau de conduite à deux milles plus loin, soit à dix milles au nord de Rawdon, on aurait au réservoir du Mile-End une chute de 459 pieds, ce qui permettrait aux deux tuyaux de conduite dont il a été question de fournir un débit additionnel de 4 millions de gallons d'eau par jour. Il n'est nullement fait mention de l'étendue du bassin de drainage de la rivière Ouareau, ni de son débit aux eaux basses au-delà de Rawdon, mais il est dit, ' qu'il n'y a aucune difficulté à craindre quant au volume d'eau débité par cette rivière, avec le lac Ouareau et plusieurs autres lacs comme source d'alimentation, ou aussi en ce qui regarde la qualité supérieure de l'eau pour les fins domestiques.' On ne dit rien, non plus, des pouvoirs d'eau établis sur cette rivière en bas de la digue projetée, ni des réclamations qui pourraient surgir si on détournait l'eau de cette rivière pour l'approvisionnement de la ville de Montréal.

" Le second projet dont M. Lesage paraît s'être occupé serait celui de s'approvisionner dans le lac Kilkenny, à 35 milles de Montréal, et à 830

pieds au-dessus du havre. Ce lac n'a pour le recommander à l'attention, que sa proximité avec Montréal, son élévation, et l'excellente qualité de son eau, son seul défaut existant dans son peu d'étendue et la superficie restreinte du bassin de drainage qui l'alimente.

" Il n'y a ni cours d'eau ni lacs qui viennent se déverser dans le lac Kilkenny et, quant à la rivière à l'Achigan, dans laquelle il se décharge lui-même, elle dessert des moulins et des manufactures qui absorbent tout son débit aux eaux basses. Le tracé suggéré pour l'exécution de ce projet, en partant de ce lac, allait presque en ligne droite à Terrebonne, et de là en traversant les deux embranchements de l'Outaouais, atteignait St-Léonard.

" Il appert que les tuyaux, devant être posés sur les deux tracés, auraient été immergés dans la partie navigable de la rivière des Mille-Iles, en bas de Terrebonne. Ce mode de traverse était le seul moyen duquel on pouvait éviter la construction d'un pont à haut niveau sous lequel un passage suffisant eut été nécessairement ménagé pour les bateaux. M. Legge s'objecta, bien naturellement, à l'immersion de ces tuyaux dans la rivière des Prairies à cause de la difficulté qu'il y aurait eue d'atteindre des tuyaux remplis d'eau à haute pression, en cas de fuite ou de rupture, dans ces conditions. Le rapport de M. Lesage devait sans doute expliquer, que la seule route praticable à partir des lacs Ouareau et Kilkenny jusqu'à Montréal, était celle indiquée par les vallées qu'ils arrosent, sur un parcours plus ou moins long, pour venir passer ensuite par Terrebonne.

" Quant au troisième tracé, ou tracé de St-Jérôme, M. Legge en parle comme du plus réalisable en apparence, mais ne laisse aucunement entendre que M. Lesage l'ait mentionné ou en ait fait aucune étude ou relevé. M. Legge suppose qu'on pourrait suivre le chemin de fer, ce qui porterait à 35 milles et demi la distance du Mile-End à la tête des Rapides de la rivière du Nord, en haut de la ville de St-Jérôme. Il s'en suit que la rivière du Nord est plus près de la Cité et débite un plus grand volume d'eau que les autres sources dont il a été question, et la moins grande élévation de ce point d'alimentation comparée à celle des sources des autres projets se trouve ainsi compensée par la distance plus courte à parcourir pour arriver à Montréal. D'un autre côté l'analyse du Dr Baker Edwards conclut aussi à la supériorité de la qualité de l'eau de la rivière du Nord sur celle du lac Ouareau.

" St-Jérôme est à 277 pieds au-dessus du havre de Montréal et on estime que la tête des rapides de la rivière du Nord est à 200 pieds au-dessus de la ville de St-Jérôme, ce qui donne un total de 477 pieds au-dessus du havre de Montréal, ou 272 pieds plus élevé que le Mile-End. Les deux tuyaux de trois pieds de diamètre, placés sur ce tracé de 35 milles fourniraient ensemble, environ 27 millions de gallons d'eau par jour, soit un peu plus qu'ils n'en fourniraient s'ils partaient du lac Ouareau (à 48 milles d'ici), avec une descente de 355 pieds, et moins qu'ils n'en amèneraient du lac Kilkenny (35 milles de Montréal) avec une différence de niveau totale de 625 pieds entre les points extrêmes.

" Le tracé de St-Jérôme, s'il longeait la voie ferrée, offre cet avantage qu'il ne traverserait aucune rivière navigable et, par conséquent l'obligation

de construire un pont élevé disparaît; mais n'ayant pas de données précises, il nous est impossible de dire jusqu'à quel point on pourrait longer le chemin de fer en question avec les ouvrages projetés. Les tuyaux d'alimentation dans ce cas-ci devraient être supportés au-dessus des deux branches de l'Outaouais, qu'ils auraient à franchir, par des ponts, ce qui permettrait de les atteindre et d'y faire des réparations en tout temps.

ESTIMATION DU COUT PROBABLE.

" Quant au coût, M. Legge dit que son estimation n'est qu'approximative, et que ' jusqu'à ce qu'on ait fait une exploration plus minutieuse, les chiffres qu'il soumet ne sont que provisoires et comparatifs.' Et il donne ensuite le coût comparatif, des trois projets dont il a été question, y compris celui du réservoir du Mile-End comme suit:

Projet de St-Jérôme, distance de 30 milles	$9,325,000
" du lac Kilkenny, distance de 35 milles	10,592,000
" de la rivière du lac Ouareau et de Rawdon, distance de 40 milles	11,957,000

" Il croit qu'en substituant des tuyaux de fer laminés enduits de ciment, aux tuyaux de fonte, l'estimation ci-dessus pourrait être réduite aux chiffres suivants:

Projet de St-Jérôme	$6,475,000
" de Kilkenny	7,300,000
" de Rawdon	8,219,000

" Toutefois M. Legge n'est pas bien certain que la différence du coût, dans l'emploi des deux espèces de tuyaux précitées, serait aussi grande que celle qu'il vient de donner, et il ajoute qu'il importerait de bien s'enquérir avant de se prononcer définitivement. Il a basé, ajoute-t-il, ses estimations sur les informations qu'il a obtenues de Monsieur Lesage.

" Monsieur Legge termine son rapport par le paragraphe suivant: ' Comme les instructions que j'ai reçues ne comportent nullement que je doive, pour le moment, chercher si on pourrait élever l'eau du St-Laurent ou de L'Outaouais jusqu'aux réservoirs dont il a été question, au moyen de pompes, à un taux moins élevé par gallon, que par la gravitation, avec St-Jérôme comme source d'approvisionnement, je ne me crois nullement tenu de traiter au long ici, de ce mode d'approvisionnement.'

" La conclusion à tirer de ce qui précède est que M. Legge a laissé entendre qu'il n'était pas plus en faveur d'un projet que d'un autre, de tous ceux dont il a parlé.

" Le meilleur moyen d'amener l'eau du Nord, d'après la pratique suivie aujourd'hui en pareil cas, serait d'avoir un seul tuyau en tôle d'acier rivée dont les différentes sections seraient à joints boulonnés, et d'un diamètre suffisant pour fournir un débit au moins trois fois aussi considérable que celui requis par la Cité à présent. On serait alors sûr qu'un tuyau de ce genre résisterait à la pression, aux points les plus exposés (comme à la traverse de la Rivière des Prairies au Sault au Récollet), sans danger de fuite ou de rupture, et qu'il coûterait moins cher qu'un tuyau de fonte de la même capacité, dont il faudrait nécessairement poser un duplicata afin que l'approvisionnement ne soit pas interrompu en cas de rupture ou de fuite provenant des joints vidés sous la haute pression de l'eau, comme cela arrive fréquemment dans les tuyaux de fonte où le jointoiement est fait au plomb au lieu de boulons.

" Un tuyau en tôle d'acier rivée de cinq pieds de diamètre amènerait des rapides de la rivière du Nord, en haut de St-Jérôme, au réservoir du Mile-End, environ 48 millions de gallons d'eau par 24 heures.

" Sans un plan de localisation et un profil exact du tracé projeté des tuyaux, montrant tous les travaux d'excavation et de terrassement à faire, ainsi que les ponts, ponceaux, etc., il est impossible de faire l'estimation du coût des travaux qu'entraînerait ce projet, lequel paraît encore être le moins coûteux et probablement le meilleur auquel Montréal pourrait prétendre. Les traversées sur la rivière Ottawa, faites de la manière sûre et durable qu'il faut, couteraient à elles seules près de $100,000 et le coût probable d'un système d'approvisionnement par gravitation de capacité suffisante, ne serait certainement pas moins de $5,000,000 et pourrait même dépasser ces chiffres; mais encore une fois sans exploration minutieuse, les estimations ne sont nécessairement qu'approximatives. Les avantages de l'approvisionnement par la gravitation sont, la réduction au minimum des dépenses d'opérations et (quand on prend l'eau dans un lac profond) la condition excellente et presque tout le temps de qualité uniforme de l'eau en toute saison de l'année; mais dans le cas qui nous occupe, vu les conditions particulières que présente Montréal, la hauteur de la source de St-Jérôme ne serait pas suffisante pour approvsionner la portion élevée de la Cité de Montréal d'aujourd'hui, et encore moins celle qui lui sera ajoutée dans un avenir assez rapproché et qui est très étendue.

" Enfin il n'est guère probable qu'on songe jamais à adopter un système d'approvisionnement d'eau par gravitation qui ne pourrait alimenter la partie élevée actuelle de la Cité et le nouveau territoire de haut niveau qui lui sera annexé dans un avenir peu éloigné, si ce système ne devait assurer un approvisionnement suffisant pour alimenter Montréal et ses annexes et vous dispenser entièrement de l'usage des pompes en toute saison. Il y a, au-delà de St-Jérôme, des lacs dont l'élévation suffirait bien pour atteindre l'objet en vue, mais la distance en plus à parcourir serait augmentée considérablement, et, comme d'un autre côté plus ces lacs sont élevés plus leur bassin de drainage est restreint en étendue, et partant la quantité d'eau qu'ils reçoivent limitée, l'exploration peut seule en faire déterminer la capacité, ou encore faire connaître s'il en est quelques-uns qu'on ne pourrait pas relier ensemble soit dès maintenant ou plus tard, afin de pouvoir assurer un approvisionnement illimité qui justifierait la dépense considérable à faire.

" Etant donné la dépense qu'entraînerait l'exécution d'un pareil projet, nous ne croyons pas la chose praticable pour le moment, ni qu'il y ait raison de la tenter en aucune manière sous prétexte d'amélioration au système actuellement en opération."

Nous constatons que les résultats des premières explorations et les données obtenues au sujet du projet d'amener l'eau des montagnes ne se trouvent plus parmi les dossiers du service de l'Aqueduc. Pour régler définitivemnet la question de l'agrandissement et de l'amélioration de l'Aqueduc de Montréal et ne laisser aucun prétexte pour remettre sur le tapis le projet dont il vient d'être parlé, nous avons cru devoir étudier la question de l'alimentation de la Ville par les lacs des montagnes dans ses détails afin de pouvoir noter les avantages et les désavantages qu'il présente pour les besoins actuels et futurs.

D'après un renseignement qui nous est fourni, le lac Kilkenny, bien qu'il se trouve à une élévation suffisante et qu'il soit à proximité de Montréal, est beaucoup trop petit pour répondre aux besoins présents et futurs de la Ville. C'est pourquoi nous avons concentré notre attention sur les deux autres sources dont il a déjà été question, savoir, la rivière du Nord et la rivière Ouareau, comme étant les sources les plus favorables pour l'approvisionnement d'eau par gravitation.

M. Fuller, accompagné de MM. Janin, Lesage et Hinckley, a fait une tournée d'inspection de cinq jours, qui a commencée le 21 mai 1910, y compris un voyage à Sainte-Agathe, sur la rivière du Nord et une visite à un grand nombre de lacs, villages et emplacements de réservoirs sur la rivière Ouareau, aux biefs dans le haut de cette rivière, et en descendant jusque dans les environs de Rawdon à 40 milles de distance de Montréal.

Quant à la rivière du Nord, nous avons découvert qu'un embranchement du Chemin de Fer du Pacifique Canadien sillonne la vallée, où se rencontrent aussi de nombreuses usines industrielles et de petits villages situés dans des endroits tels que l'eau en est fortement souillée. Cette rivière est dans des conditions bien moins favorables comme source d'alimentation, au point de vue de la qualité de l'eau, que le fleuve Saint-Laurent près du rivage ou en aucun endroit au large, près de la prise d'eau actuelle. Il faudrait filtrer l'eau qui proviendrait de là. Des calculs approximatifs indiquent que l'intérêt et le fonds d'amortissement sur un capital suffisant pour amener à Montréal l'eau filtrée de la rivière du Nord, seraient beaucoup plus considérables que le coût du pompage de l'eau filtrée du Saint-Laurent au moyen de la vapeur ou de l'eau. De plus cette source d'approvisionnement offre moins d'avantages que la rivière Ouareau.

Nous n'en avons pas, par conséquent, fait une étude approfondie.

Quant à la ligne de partage des eaux du lac Ouareau, nous trouvons que c'est la meilleure source, et celle qui convient le plus, au point de vue de l'approvisionnement par gravitation, pour la Cité de Montréal, si l'on considère les besoins présents et futurs de la Ville. Sa superficie de drainage en amont de Rawdon est approximativement de 400 milles carrés et aux limites inférieures de cette étendue de drainage, à peu de distance en amont de Rawdon, l'élévation est suffisante pour amener l'eau par gravitation jusque dans les réservoirs de la rue McTavish.

Les biefs dans le haut de ce cours d'eau sont à environ 25 à 30 milles au nord de Rawdon et dans la partie située en amont de la ligne de partage des eaux se trouvent plusieurs grands lacs, bien connus. Les principaux ont été examinés, deux d'entre eux en particulier, savoir, le lac Archambault et le lac Ouareau dans lequel se décharge le lac Archambault . D'après les meilleurs cartes préparées par le gouvernement provincial, suivant certains renseignements puisés sur les cartes de chemin de fer, il appert que ces deux lacs ont une superficie d'à peu près six milles carrés d'eau chacun. La superficie du territoire qui s'égoute dans le lac Archambault est d'environ 81 milles carrés; la superficie totale du territoire qui s'égoute dans le lac Ouareau est d'environ 110 milles carrés, dont 81 milles carrés sont en premier lieu tributaires du lac Archambault, laissant 29 milles carrés tributaires directement du lac Ouareau. Les conditions qui existent aux endroits où se déchargent ces deux lacs sont telles qu'il serait possible d'augmenter leur profondeur à peu de frais de manière à permettre d'emmagasiner de l'eau pendant les saisons pluvieuses pour consommation aux époques de sécheresse.

Cette ligne de partage des eaux est située dans un district montagneux dont une partie a été déboisée, mais il y a encore beaucoup de bois sur pied dont le droit de coupe a été vendu par le gouvernement à des particuliers. Dispersés le long de cette ligne, se trouvent six ou huit villages et autour de ces villages sont un certain nombre de fermes. L'industrie principale de cette localité paraît être la coupe du bois, l'on y fait aussi assez de culture pour pourvoir aux besoins de la population.

Nous nous sommes procurés tous les renseignements possibles quant au nombre de familles sur les différentes lignes de partage des eaux et nous avons calculé qu'il y a une population fixe d'environ 3,500 âmes.

Outre la population fixe, il y a aussi un grand nombre de personnes temporairement employées dans les exploitations forestières, et aussi un bon nombre de visiteurs qui sont attirés là l'été par le panorama magnifique qu'offrent les montagnes, par l'abondance du poisson dans les lacs grands et profonds, etc. Ceci est surtout vrai du lac des Isles situé dans les biefs, dans le haut de la rivière Jean Vienne, un tributaire du lac Ouareau, en amont de Rawdon, et d'après les renseignements qui ont été pris dans les diverses maisons de pension situées sur les bords de ce lac, il aurait une population, en été, se chiffrant dans les 500.

Dans la contrée baignée par ces lacs, il y a un certain nombre d'endroits marécageux et l'eau, lors de notre voyage d'inspection, au mois de mai, était très colorée de matières organiques provenant de ces endroits, cette coloration étant aussi due au flottage du bois. Les matières organiques, l'écorce et les billes ont un certain effet sur l'eau et lui donnent une teinte jaunâtre ou brunâtre. Dans les lacs Archambault, Ouareau et des Iles et dans leurs tributaires, des échantillons furent recueillies pour les fins d'analyse chimique, bactériologique et microscopique. Le résultat de ces analyses, ainsi que de l'analyse de quelques échantillons recueillis chaque semaine dans la rivière Ouareau, à Rawdon, est indiqué dans les tableaux suivants:

RESULTAT DE L'ANALYSE DES ECHANTILLONS D'EAU RECUEILLIS DES LACS ET DE LA RIVIERE OUAREAU ET DE SES TRIBUTAIRES.

Echantillon Numéro	Date (1910)	Parties par Million							Bacteries par centimètre cube
		Coloration	Oxygène dépensé	Acide carbonique libre	Alcalinité	Incrustants	Magnésie	Chlore	
1	Mai 22	26	7.4	3.0	4.5	0.0	0.2	0.6	15
2	" 23	23	5.9	2.0	10.0	0.0	1.2	1.8	95
3	" 24	33	6.5	0.5	7.0	0.5	0.0	0.8	575
4	Jun 7	60	8.9	1.0	7.0	0.9	2.3	3.0	450
5	" 15	53	7.0	1.0	14.0	0.5	1.8	3.2	460
6	" 25	47	6.0	2.0	9.5	15.0	0.5	1.7	130
7	Mai 22	—	—	—	—	—	—	—	28
8	" 23	—	—	—	—	—	—	—	1,900
9	" 23	—	—	—	—	—	—	—	660

NOTE—Provenance des échantillons: 1, Lac Ouareau; 2, Lac des Isles; 3, Rivière Ouareau en amont de Rawdon; 4, ditto; 5 ditto; 6, ditto; 7, Lac Archambault; 8, Rivière Jean Vienne; 9, Rivière Ouareau en amont de la jonction de cette dernière avec la rivière Jean Vienne.

RESULTATS DE L'EXAMEN MICROSCOPIQUE DES ECHANTILLONS D'EAU DE LACS ET RIVIERES RECUEILLIS LES 22-3-4 MAI 1910.

	Provenance des Echantillons.		
	Lac Ouareau Profondeur, à 12 pieds de la rive nord, à 200 pieds de l'embouchure, ¼ de mille.	Lac des Isles. Profondeur, 3 pieds, échantillon recueilli à l'embouchure du lac, à environ ½ mille de là au pont de Saint-Emile.	Rivière Ouareau en amont de Rawdon, à un mille du village. Echantillon pris dans l'anse où est situé le moulin abandonné, près du pont qui traverse la rivière.
Diatomées :			
Asterionella	Présent*	Présent*	Présent*
Cyclotella	"	"	Absent
Melosira	"	"	Présent*
Fragilaria	"	Absent	Absent
Synedra	"	Présent	Présent
Tabellaria	"	Absent	"
Himantidium	"	"	"
Cymbella	"	"	"
Algues :			
Butyrococcus	Présent*	Présent*	Absent
Desmidium	"	"	"
Raphidium	"	Absent	"
Stizeoclonium	"	"	"
Ophiocytium	"	"	"
Ulothrix	"	Présent	"
Cœlastrum	Absent	"	"
Pediastrum	"	"	"
Staurastrum	"	"	Présent
Aphanizomenon	"	"	Absent
Microcystis	"	"	"
Schizomycètes et Champignons :			
Cladothrix	Présent	Absent	Absent
Crenothrix	Absent	"	Présent
Divers :			
Grains d'amidon	Présent	Présent	Absent
Spicules	"	Absent	"
Matières amorphes	"	Présent	Présent

Note :—Les matières végétales qui prédominent sont marquées d'un astérisque. Sauf les asterionella, aucuns des organismes n'ont été rencontrés en nombre exédant 1 par centimètre cube.

RESULTATS DE L'EXAMEN MICROSCOPIQUE DES ECHANTILLONS DE SEDIMENTS DE LACS RECUEILLIS LES 22-3-4 MAI 1910

	Provenance des echantillons			
	Lac Ouareau		Lac des Isles	
	Profondeur 25 pieds, à 200 pieds de la rive nord du lac	Profondeur 40 pieds, à 490 pieds de le rive ouest du lac	Profondeur 40 pieds, à 750 pieds de la rive sud-ouest, vis-à-vis le débouché du lac Charlesbois	Profondeur 45 pieds, à environ 200 pieds du milieu du lac
Diatomées :				
Asterionella	Présent	Présent	Absent	Absent
Melosira	"	"	Présent	Présent
D. Vulgare	"	"	"	"
Himantidium	"	"	Absent	Absent
Fragiliaria	"	"	Présent	Présent
Navicula	"	"	"	"
Amphora	"	"	"	"
Cocconema	"	"	Absent	Absent
Cymbella	Absent	"	Présent	Présent
Cocconeis	"	"	"	"
Tabellaria	"	"	Absent	Absent
Cynedra	"	"	Présent	Présent
Epithemia	"	Absent	"	"
Cyclotella	"	"	"	"
Stauronais	"	"	"	"
Gomphonema	"	"	Absent	"
Suribella	"	"	"	"
Chlorophylle :				
Butyrococcus	Absent	Présent	Présent	Présent
Palmellaceæ	"	"	Absent	Absent
Cosmarium	"	Absent	Présent	Présent
Kyalotheca	"	"	"	"
Protococcus	"	"	"	"
Desmidium	"	"	Absent	"
Cladophra	"	"	"	"
Cyanophylle :				
Coelospharium	Présent	Présent	Absent	Présent
Glaecocapsa	"	"	"	Absent
Mycrocystis	Absent	"	"	"
Schizomycètes et Champignons :				
Crenothrix	Présent	Présent	Absent	Absent
Leptothrix	Absent	"	"	"
Mucor	"	Absent	Présent	Présent
Divers :				
Grains de sable	Présent	Présent	Présent	Présent
Grains d'amidon	"	"	Absent	Absent
Spicules	"	"	Présent	Présent
Matières amorphes	"	"	"	"

On rencontre quelquefois des cas de fièvre typhoïde par ci par là aux endroits situés au point de partage des eaux. Les germes de cette maladie continuent quelquefois à être évacués du corps des individus durant des mois et des années après leur rétablissement.

Il est donc probable que l'eau est plus fréquemment infectée qu'on ne le croyait autrefois. Dans le sol et les eaux ordinaires à leur état naturel, règle générale, les germes de fièvre typhoïde meurent très rapidement. Quelques-uns, cependant, vivront plusieurs mois. Les recherches des bactériologistes les plus expérimentés font voir que ces germes se multiplient rarement dans l'eau et le sol à leur état naturel.

Nous étions pourvus d'intruments qui, lors de notre voyage d'inspection, nous ont permis de nous procurer des échantillons de boue ou de dépôts du fond des lacs. L'examen de ces échantillons au microscope tels qu'ils apparaissent dans les photomicrographes ci-joints, fait voir clairement que les eaux de ces lacs, en ces dernières années, ont contenu beaucoup de micro-organismes comme, par exemple, les algues et les diatomées.

Les conditions qui existent dans le bassin du lac Ouareau sont telles qu'à l'heure actuelle l'eau ne serait pas constamment saine si l'on s'en servait pour alimenter la ville. C'est une eau fortement colorée, ce qui est dû aux marécages et à la décomposition des feuilles et des écorces. Il y a en outre une quantité considérable de matières végétales vivantes, notamment des algues et des diatomées, qui sont susceptibles de donner à l'eau, à un moment donné, une mauvaise saveur et une odeur désagréable.

Après avoir examiné la question à tous les points de vue, nous sommes fermement convaincus qu'il faudrait nécessairement filtrer l'eau du lac Ouareau avant de la distribuer aux citoyens de Montréal.

Comme vous l'a dit M. Fuller après notre voyage, nous avons cru devoir consigner les faits essentiels concernant la dépense qu'il faudrait faire pour amener à Montréal l'eau de la rivière Ouareau, après qu'elle aurait été convenablement filtrée, afin de régler cette question définitivement, et afin qu'elle ne soit plus soulevée de temps en temps comme par le passé. Des explorations, couvrant une période d'environ deux semaines, ont été faites dans la vallée de l'Ouareau en amont de Rawdon.

Des études ont été faites quant à la possibilité d'emmagasiner de l'eau dans des lacs ou réservoirs pour faire face aux besoins futurs lorsqu'il sera nécessaire d'augmenter l'approvisionnement d'eau. L'on s'est procuré un relevé des forces hydrauliques qui seraient affectées à partir de Rawdon jusqu'au fleuve Saint-Laurent, le long des rivières Ouareau et Assomption par suite du détournement des eaux à Rawdon. On a fait des inspections afin de constater quel serait le parcours le plus direct et le plus facile pour un réseau de tuyaux entre Rawdon et Montréal, en donnant une attention toute particulière aux traverses des rivières. En un mot, nous nous sommes parfaitement renseignés afin d'être en état de dresser un état estimatif de la dépense à faire pour obtenir un approvisionnement d'eau de cette source.

Dans quelques endroits, notamment dans le pays de Galles et en Ecosse, l'on a continué de s'assurer par voie d'expropriation, tous les terrains situés au point de partage des eaux, afin de protéger l'eau contre la contamination. Nous avons cru qu'il serait inutile d'exproprier les 400 milles carrés de territoire qui s'égouttent dans la rivière Ouareau, à cause

de la dépense que cela entraînerait et aussi parce que nous sommes fermement convaincus que les matières organiques vivantes et mortes qui séjournent dans cette eau nécessiteraient une filtration préalable.

En étudiant ce projet, nous avons tenu compte de la nécessité de maintenir un débit substantiel après avoir détourné l'eau pour les besoins de Montréal. Nous avons aussi tenu compte du fait que l'industrie du flottage du bois, pendant la saison où descendent les radeaux, exige que ces cours d'eau aient un assez fort débit, et qu'il serait nécessaire de faire en sorte que la hauteur de l'eau fût égale, en tout temps, à l'étiage dans les temps de sécheresse. En outre, il faudrait indemniser dans une certaine mesure, les propriétaires des coupes de bois pour la diminution du volume d'eau.

Les données recueillies à Montréal montrent qu'il est tombé en moyenne durant les 35 dernières années environ 41 pouces d'eau de pluie par année et rarement en est-il tombé moins de 30 pouces.

Les données quant à l'évaporation sont incomplètes, mais elles font voir qu'elle est approximativement égale au volume de l'eau de pluie.

Les conditions seraient peut-être plus favorables au point de partage des eaux du lac Ouareau qu'à Montréal, quant à la quantité d'eau de pluie.

Les conditions qui existent dans les Laurentides ne diffèrent pas beaucoup de celles qui règnent aux sources d'alimentation qui ont été l'objet d'études spéciales lorsqu'il s'est agi d'établir des aqueducs pour Boston et New-York, et elles ne sont certainement pas plus favorables pour obtenir un gros volume d'eau par mille carré de drainage. En prenant comme guide les données recueillies dans ces deux villes, et étant donné qu'il serait nécessaire en tout temps de laisser dans le cours d'eau en aval de la prise d'eau à Rawdon, un débit d'au moins 36 millions de gallons impériaux par jour, nous croyons que pour pouvoir fournir à Montréal 50 millions de gallons impériaux d'eau par jour, il faudrait élever le niveau du lac Archambault d'environ 20 pieds, s'arranger pour retirer 12 pieds d'eau de réserve du lac Ouareau et construire un barrage peu élevé juste en amont de Rawdon de manière à élever de 15 pieds le niveau de l'eau à cet endroit. Pour pouvoir obtenir 100 millions impériaux par jour, il faudrait de plus construire un réservoir d'emmagasinage directement en amont de Rawdon et élever le niveau de l'eau à environ 45 pieds au-dessus du barrage nécessaire pour permettre d'avoir 50 millions de gallons impériaux par jour.

En ce qui concerne le détournement de l'eau, nos études montrent qu'il serait très économique et très avantageux de tirer l'eau de la rivière Ouareau en construisant dans la gorge étroite qui se trouve à environ deux milles en amont du village de Rawdon, un réservoir qui serait alimenté par un barrage de 60 pieds de hauteur. Des données que nous avons recueillies indiquent qu'un réservoir de ce genre contiendrait une réserve d'environ 7,500 millions de gallons impériaux. On calcule que le niveau est de 488 pieds au-dessus de celui du port de Montréal ou 283 pieds au-dessus du niveau le plus élevé du réservoir McTavish. Cela laisserait 283 pieds de niveau pour parer à la friction des tuyaux de distribution qui amèneraient l'eau jusqu'aux réservoirs McTavish à Montréal. A même ce niveau disponible, 10 ou 15 pieds seraient utilisés pour une usine de filtration qui serait installée en aval du barrage de la prise d'eau et le long du réseau des tuyaux de distribution. Nous n'avons pas fait une étude minutieuse

de la question de la filtration de l'eau du lac Ouareau, mais nous présumons que la dépense à faire pour la filtration de cette eau par million de gallons serait la même que pour la filtration d'un mélange égal des eaux du Saint-Laurent et de la rivière Ottawa, au sujet de laquelle des chiffres sont donnés plus loin.

Quant aux tuyaux qui serviraient à amener l'eau de Rawdon à la Ville, nous estimons qu'il serait nécessaire dès le début de poser deux tuyaux d'acier de 51 pouces de diamètre, à tenons et à mortaises, afin de s'assurer un rendement de 50 millions de gallons impériaux par jour. Pour obtenir un approvisionnement deux fois plus considérable, soit 100 millions de gallons impériaux par jour, les deux tuyaux devront avoir 66 pouces de diamètre.

En installant ces tuyaux, il faudrait établir le long du parcours de 40 milles, quatre passages à travers des cours d'eau, dont la longueur totale serait d'environ 5.500 pieds.

Une autre dépense à faire si l'on détournait l'eau de la rivière Ouareau à Rawdon serait l'obstacle que l'on apporterait au développement des forces hydrauliques dans un grand nombre de moulins et d'emplacements pour moulins entre Rawdon et le fleuve Saint-Laurent.

Nous avons constaté que la pente totale de ces forces hydrauliques ou chutes d'eau est d'environ 145 pieds, et pour déterminer ce qu'il faudrait payer, sous forme de dommages-intérêts, si les eaux étaient détournées, nous nous sommes basés sur les indemnités qui ont été accordées dans des cas plus ou moins semblables, en un grand nombre d'endroits de ce côté-ci de l'Atlantique. Les cartes, plans, profils, etc., des emplacements pour réservoirs, des lignes de tuyaux, des traverses de cours d'eau et des forces hydrauliques qui seraient affectées, ne figurent pas dans le présent rapport. On les trouvera dans un dossier marqué " Projet d'approvisionnement d'eau tirée de la Rivière Ouareau," qui est déposé aux archives du département de l'Aqueduc.

Un état estimatif de la dépense à faire pour obtenir de cette source un rendement de 100 millions de gallons impériaux par jour est donné ci-dessous. L'on verra que la dépense par million de gallons par jour pour amener l'eau à Montréal et la filtrer serait de $180, 320.

ETAT ESTIMATIF DE LA DEPENSE A FAIRE POUR OBTENIR UN RENDEMENT DE 100 MILLIONS DE GALLONS IMPERIAUX PAR JOUR, EN FAISANT VENIR L'EAU DU LAC OUAREAU.

Barrages et réservoirs à Rawdon et en amont de Rawdon.....	$ 1,620,000
Filtre près de Rawdon.....	2,470,000
Réseau de tuyaux d'acier, de Rawdon à Montréal.....	10,040,000
Dommages causés aux propriétaires de forces hydrauliques.... (Causés par suite de détournement des eaux.)	1,050,000
Dommages causés aux propriétaires de coupes de bois.....	500,000
	$15,680,000
Dépenses casuelles et honoraires d'ingénieur....15%....	2,352,000
	$18,032,000

Pour obtenir un approvisionnement de 50 millions de gallons impériaux par jour, y compris les dommages qui seraient payés si l'on pourvoyait à un rendement futur de 100 millions de gallons, il en coûterait $12,050,000 d'après nos calculs.

Comme l'on a fréquemment discuté à Montréal la question du développement par gravitation des approvisionnements d'eau des différentes grandes villes, situées des deux côtés de l'Atlantique, nous avons cru devoir dire quelques mots à ce sujet, et indiquer les raisons pour lesquelles certains projets ont été adoptés.

Cité de New York. —La Cité de New-York s'approvisionne d'eau par gravitation, de sources élevées, car sur une distance de plus de 70 milles en amont de New-York, l'eau de la rivière Hudson est salée, ou du moins a une saveur saumâtre dans les temps de sécheresse. L'aqueduc de Croton a une capacité d'environ 280 millions de gallons E.U., soit 233 millions de gallons impériaux par jour. Il a coûté jusqu'à ce jour environ $70,000,000 soit $300,000 par million de gallons impériaux par jour. Le bassin de Croton a une superficie de drainage d'environ 360 milles carrés et se trouve à environ 35 milles de la ville. La Cité de New-York est actuellement à faire construire un nouvel aqueduc, qui amènera l'eau par gravitation, de l'autre côté de l'Hudson, au pied des montagnes Catskill, à une distance d'environ 80 milles, au coût approximatif de $161,000,000. Ce nouvel aqueduc fournira environ 500 millions de gallons E.U., soit 416 millions de gallons impériaux. Le capital qui sera dépensé pour la réalisation du projet Catskill sera approximativement de $387,000 par million de gallons mpériaux par jour.

Boston.—L'eau des rivières dans le voisinage immédiat de Boston a une saveur saumâtre et ces rivières sont d'ailleurs trop petites. C'est pourquoi, il y a environ 15 ans, le District Métropolitain a été établi, les cités et villes comprises dans ce district s'approvisionnant d'eau, par gravitation, dans les rivières Cochituate, Sudbury et Nashua, à quelque 32 milles de distance de Boston. Le coût total des travaux qui ont été faits pour amener l'eau de ces rivières est d'environ $41,000,000, pour un approvisionnement aux époques de sécheresses, d'environ 173 million E. U. ou 114 millions de gallons impériaux par jour. Le capital placé dans cette entreprise représente environ $283,000 par million de gallons impériaux par jour.

Cité de Jersey.—Autrefois la Cité de Jersey s'approvisionnait d'eau dans le bas de la rivière Passaic, mais il y a douze ans il lui a fallu abandonner sa source primitive d'alimentation, car la rivière " Passaic " était devenu pratiquement un égoût découvert. Son nouveau service d'approvisionnement d'eau par gravitation tiré de la rivière Rockaway, près de Boonton, à environ 22 milles de Jersey, coûte approximativement $7, 500,000 pour un rendement, aux époques de sécheresse, de 50 millions de gallons E.U., soit 42 millions de gallons impériaux par jour. Le capital placé dans cette entreprise représente environ $179,000 par million de gallons impériaux par jour.

Newark, N.J.—Newark, N.J., se trouvait dans des conditions absolument semblables à celles qui existaient à Jersey relativement à son

aqueduc qui amenait autrefois l'eau de la rivière " Passaic," en amont des limites de la Ville, et qui est maintenant alimenté par gravitation, par un réservoir d'enmagasinement au point de partage des eaux, à quelque 83 milles de distance de Newark. Le nouvel aqueduc a coûté environ $6,000,000 et donne un rendement, en temps de sécheresse, de 50 millions de gallons E.U., soit 42 millions de gallons impériaux par jour. Le capital placé dans cette entreprise équivaut à environ $143,000 par million de gallons impériaux par jour.

Toronto, Winnipeg, Philadelphie, Pittsburgh, Saint-Louis, Minneapolis, la Nouvelle-Orléans et un grand nombre d'autres villes ont fait faire des études importantes sur les approvisionnements d'eau provenant de sources situées sur des terres hautes et éloignées, le plus souvent par voie de gravitation, mais elles n'ont pas adopté ce système parce que le coût en était beaucoup plus élevé que celui du pompage de l'eau filtrée tirée de sources plus rapprochées.

Birmingham, Angleterre.—La Cité de Birmingham, Angleterre, tire son approvisionnement d'eau de sources situées sur des hauteurs au moyen du système de gravitation, cette source d'alimentation, qui se trouve à une distance de 74 milles, étant la plus rapprochée qu'il y ait. Le coût total des installations qui ont été faites est d'environ $32,000,000 pour un rendement quotidien de 75 millions de gallons impériaux, ce qui représente un capital équivalant à environ $472, 000 par million de gallons impériaux par jour.

Liverpool, Angleterre.—Liverpool est une autre ville d'Angleterre qui a été forcée d'aller chercher au loin un approvisionnement d'eau suffisant. L'eau du lac Vyrnwy, un réservoir construit par main d'homme et le plus grand qui existe en Europe, est amenée jusqu'à la ville par gravitation, sur un parcours de 77 milles, et, tout comme à Birmingham, elle est filtrée avant de pénétrer dans les réservoirs de la ville. L'aqueduc de cette ville a une capacité de 40 millions de gallons impériaux par jour.

Projet Derwent Valley.—Les villes de Sheffield, Leicester, Nottingham et Derby, en Angleterre, se sont unies ensemble pour s'approvisionner d'eau d'après le projet " Derwent Valley." C'est là un système d'approvisionnement d'eau par gravitation, établi sur un terrain élevé, mais il a été jugé nécessaire d'aller capter l'eau à une distance de 30 milles et de la filtrer. Le coût total des travaux, lorsqu'ils seront complètement terminés, sera d'environ $33,800,000, pour un approvisionnement quotidien de 33.3 millions de gallons impériaux, ce qui représente un capital de $1,020,000 par million de gallons impériaux, par jour.

Edimbourg.—En 1905 la Cité d'Edimbourg, en Ecosse, a établi un aqueduc additionnel, amenant l'eau par gravitation, de la rivière Talla, un des tributaires de la rivière Tweed, située à une distance de 35 milles de la ville. Malgré que la ville ait acheté presque tout le terrain au point de partage des eaux, en amont du réservoir, pour conserver la pureté de l'eau, celle-ci est cependant filtrée avant de pénétrer dans les réservoirs de la ville. Le coût total de cet aqueduc est d'environ $6,050,000, pour un rendement de 97 millions de gallons impériaux par jour, soit un capital de $624,000 par million de gallons impériaux par jour.

III

AGRANDISSEMENT DE L'AQUEDUC OU DU CANAL D'ALIMMENTATION.

En 1873 furent commencés les travaux d'agrandissement de l'aqueduc, qui amène l'eau sur une distance d'environ 27,300 pieds à partir de la prise d'eau en amont des rapides de Lachine jusqu'a la station des pompes située au pied de l'avenue Atwater. La première section, qui a un parcours de sept-huitièmes de mille, a été terminée en 1877. On trouvera aux archives du département de l'Aqueduc les études qui ont été faites à ce sujet de temps à autre, sous les diverses administrations qui se sont succédées à l'Hôtel de Ville, au cours des 30 dernières années ainsi que les conclusions qui en ont été tirées.

Le 27 février 1905, M. Georges Janin, l'ingénieur en chef, a soumis à la Commission de l'Aqueduc un rapport qui fait clairement ressortir les avantages économiques qui résulteraient de l'agrandissement de l'Aqueduc, qui avec ses dimensions primitives était d'une capacité insuffisante pour fournir l'eau nécessaire à la Ville, par suite de l'augmentation rapide de la population et de l'accroissement marqué dans la consommation d'eau, depuis l'exécution des travaux primitifs. Ce rapport démontre qu'une économie substantielle résulterait du développement de la force hydraulique si l'on compare l'intérêt sur le capital qui sera dépensé de ce chef avec le coût du charbon qui serait nécessaire pour produire une force motrice équivalente.

Le rapport de Monsieur Janin fut accueilli favorablement par le Conseil, le 9 mars 1907, et un crédit de $2,000,000 fut voté pour l'exécution de ces travaux, y compris la nouvelle prise d'eau et la conduite fermée destinée à amener l'eau jusqu'aux pompes.

On commença par construire un canal en béton armé le long du canal d'alimentation primitif par lequel l'eau devait être amenée à la station de pompes du bas niveau. Cette conduite fermée, qui doit amener l'eau du fleuve à la station de pompes, constitue une amélioration permanente comparée à la conduite ouverte, en ce sens qu'elle élimine les dangers de pollution de l'eau dans son passage vers les pompes.

Elle maintient en outre l'approvisionnement d'eau durant les travaux d'agrandissement de l'aqueduc, qui doit rester vide pour permettre de procéder aux travaux de construction qui ne seront terminés qu'à la fin de l'année 1912.

Nous avons examiné avec soin les plans et nous les avons vérifiés en ce qui concerne la conduite fermée. Nous estimons la capacité de cette conduite à 80 millions de gallons impériaux par jour, à eau basse, à une élévation de 35.0, et lorsque l'eau sera retirée de la conduite à l'extrémité inférieure, à une élévation d'environ 28.0, en tenant compte de la perte à la tête d'eau due à l'entrée de l'eau dans l'aqueduc à la prise d'eau projetée, situé à quelque 1,200 pieds de la rive. Lorsque le niveau de l'eau sera plus élevé dans le fleuve, la capacité de la conduite sera de beaucoup au-dessus des chiffres ci-haut mentionnés.

Les études que nous avons faites pour déterminer le volume d'eau et la force de chute disponibles durant les froids rigoureux de l'hiver, nous

permettent de dire qu'il y aura environ 2,500 chevaux-vapeur réalisables une fois que les travaux d'agrandissement de l'aqueduc seront terminés. Cette force est le maximum que l'on puisse obtenir dans les conditions les moins favorables de l'hiver. Ceci se rapporte au nombre de chevaux-vapeur réalisable sur l'arbre de couche en tenant compte des pertes survenant dans les turbines.

En ce qui concerne le nombre de cheavaux-vapeur disponible durant les grandes chaleurs de l'été, il faudrait limiter la vitesse d'écoulement de manière à ne pas miner les côtés de l'aqueduc lorsqu'il sera agrandi. Nos calculs font voir que la force motrice disponible durant l'été mesurée sur l'arbre de couche ,comme nous l'avons dit plus haut, sera pratiquement deux fois plus considérable que la force réalisable dans les conditions les plus défavorables de l'hiver, soit environ 5,000 chevaux-vapeur. Cette force devrait être réalisable durant neuf mois par année.

L'on a exprimé des doutes, paraît-il, sur la question de savoir s'il serait sage de dépenser de l'argent pour l'agrandissement de l'aqueduc.

Pour résoudre cette question, il faut comparer l'intérêt sur le capital à dépenser, soit environ $2,250,000, montant approximatif requis pour l'agrandissement de l'aqueduc (y compris la conduite latérale), avec le coût du charbon qui serait nécessaire pour produire au moyen de la vapeur une force motrice équivalente.

En calculant l'intérêt à 4.5 pour cent nous arrivons à une dépensr de $101,250. Par contre le coût du charbomn nécessaire pour produire pae la vapeur une énergie égale à celle requise pour développer 2,500 chevaux-vapeur, durant trois mois de l'année, et 5,000 durant le reste de l'année serait d'environ $175,000. Il n'y a pas de doute quant à l'économie à réaliser par l'agrandissement de l'aqueduc.

A ce sujet il est bon de noter que cette conclusion à laquelle nous en sommes arrivés par nos propres études et nos propres calculs est aussi celle à la quelle en sont venus un grand nombre d'ingénieurs au cours du dernier demi-siècle, savoir, MM. Keefer, Jarvis, MacAlpine, L. Lesage, Francis, Shanley, Vanier, Kennedy, Marceau, Janin et T. W. Lesage.

Nous croyons devoir ajouter que l'agrandissement de l'aqueduc s'impose, que la force hydraulique soit utilisée pour l'eau et la distribuer aux réservoirs et pompes de la ville, ou qu'elle soit employée pour produire de l'électricité ou pour d'autres fins, ou que l'on en dispose de quelque manière que ce soit en dehors des besoins de la ville. C'est une amélioration qui est absolument nécessaire à quelque point de vue qu'on l'envisage et les contribuables ne devraient avoir aucun doute quant à la sagesse de cette dépense.

IV

NOUVELLE PRISE D'EAU PROJETEE.

Au début de nos études relativement à la question de l'agrandissement et de l'amélioration de l'aqueduc de Montréal, nous avons constaté que le département de l'aqueduc, sur votre avis, avait différé la construction

de la nouvelle prise d'eau projetée à quelque 1,200 pieds de la rive, jusqu'à ce qu'on en soit arrivé à une conclusion sur les meilleurs moyens à prendre pour se procurer une eau de meilleure qualité.

Après notre première inspection et à la suite de l'entrevue que nous avons eue avec vous, après notre nomination, nous vous avons conseillé d'établir un laboratoire à l'usine de stérilisation, afin de pouvoir contrôler au point de vue technique, les résultats obtenus par la stérilisation, et aussi afin de permettre de déterminer les différences dans la composition de l'eau du fleuve à diverses distances de la rive, dans le voisinage de la prise d'eau actuelle.

MM. John-H. Harrington et Thomas-L. Hinckley, qui ont acquis beaucoup d'expérience dans l'analyse des eaux aux usines de purification établies ailleurs, ont été chargés de faire des observations minutieuses à ce sujet, et l'on s'est arrangé avec le Conseil Provincial d'Hygiène pour que des analyses fussent faites, au laboratoire provincial, d'échantillons d'eau riveraine recueillis à la prise d'eau actuelle.

Un poste d'observation a été établi à environ 1,200 pieds de la rive, à l'endroit indiqué par Monsieur Janin, dans son rapport de 1907, pour lequel des plans ont été soumis. Cet endroit est assez éloigné de la rive nord, pour que l'eau de la rivière Ottawa ne se mêle pas avec l'eau du St-Laurent. Durant la période des hautes eaux, dans la rivière Ottawa, nous avons remarqué que de l'eau fortement colorée, provenant des campagnes du nord, se rencontrait en faible quantité à cet endroit, et il nous a fallu aller à plusieurs centaines de pieds au sud, afin de nous procurer de l'eau relativement libre, tout au large de la rivière Ottawa.

Un autre poste d'observation fut établi à mi-chemin, entre celui ci-dessus indiqué et la rive. Des échantillons furent aussi recueillis dans le voisinage du quai construit, il y a quelques années, pour former un bassin d'eau calme, sur lequel une couche de glace pourrait se former durant l'hiver et amoindrirait ainsi les difficultés qui résultent du frazil. Aux deux autres postes d'observation, la vitesse du courant est de six à sept milles par heure, assez fréquemment, sinon toujours. Il n'y a pas de nappes de glaces au milieu du fleuve Saint-Laurent, dans ces parages, bien qu'on y rencontre des glaces au printemps.

Nous trouvons dans le rapport de la Commission de chimistes et de bactériologistes, soumis en novembre 1905, le résultat des analyses d'échantillons d'eau pris chaque semaine dans le Saint-Laurent et la rivière Ottawa, en amont de leur confluent, et bien que ces données soient d'une grande valeur , en ce sens qu'elles indiquent quelle est la composition des eaux non mélangées des deux rivières, elles ne jettent pas beaucoup de lumière sur la question de la continuation des eaux riveraines à l'endroit sur lequel portent spécialement nos études, c'est-à-dire dans le voisinage de la prise d'eau actuelle.

A titre de renseignements, nous donnons les tableaux suivants qui montrent les résultats moyens des analyses mensuelles de l'eau du fleuve Saint-Laurent et de la rivière Ottawa, de l'eau de l'aqueduc primitif découvert, et de l'eau tirée des robinets dans la ville de Montréal, tels que donnés dans le rapport de la Commission qui a été soumis au mois de novembre 1905.

MOYENNES MENSUELLES DES RESULTATS DE L'ANALYSE CHIMIQUE DES ECHANTILLONS D'EAU RECUEILLIS CHAQUE SEMAINE.

(RESULTATS EN PARTIES PAR MILLION)

	Total Solides	Alcalinité	Chlore	Oxigène Absorbé	Ammoniaque libre	Ammoniaque Albuminoïde	Total d'Ammoniaque	Nitrogène sous forme de Nitrates et de Nitrites
Fleuve St-Laurent								
Novembre, 1904	140.80	92.5	5.95	2.70	0.039	0.116	0.155	0.18
Décembre	151.75	96.2	5.97	2.49	0.032	0.104	0.136	0.39
Janvier, 1905	143.50	97.0	5.90	3.11	0.010	0.095	0.105	0.39
Février	145.00	96.0	6.37	2.85	0.019	0.095	0.114	0.39
Mars	192.25	93.8	6.40	1.79	0.027	0.087	0.114	0.25
Avril	123.00	77.6	5.16	4.42	0.028	0.128	0.156	0.43
Mai	130.25	88.0	5.77	4.52	0.028	0.098	0.127	0.36
Juin	149.75	88.0	5.82	4.65	0.029	0.111	0.130	0.80
Juillet	144.25	87.0	6.30	4.87	0.031	0.106	0.138	0.69
Août	155.80	89.2	6.86	3.73	0.063	0.117	0.180	0.09
Septembre	154.00	94.0	6.43	3.82	0.029	0.073	0.102	0.10
Octobre	153.00	96.0	7.30	3.41	0.102	0.071	0.173	0.17
Moyenne	148.61	91.3	6.19	3.53	0.036	0.100	0.136	0.35

MOYENNES MENSUELLES DES RESULTATS DE L'ANALYSE CHIMIQUE DES ECHANTILLONS D'EAU RECUEILLIS CHAQUE SEMAINE.

(RESULTATS EN PARTIES PAR MILLIONS)

	Total Solides	Alcalinité	Chlore	Oxygène absorbé	Ammoniaque libre	Ammoniaque albuminoïde	Total d'ammoniaque	Nitrogène sous forme de nitrates et de nitrites
Rivière Ottawa :								
Novembre, 1904	65.40	16.4	1.22	12.34	0.046	0.194	0.240	0.229
Décembre.....	66.25	18.2	1.30	12.71	0.054	0.172	0.226	0.248
Janvier, 1905	60.99	19.5	1.08	12.08	0.024	0.152	0.176	0.204
Février	62.50	18.8	1.50	10.68	0.032	0.151	0.183	0.209
Mars	67.60	20.0	1.58	11.42	0.040	0.130	0.170	0.460
Avril	86.50	33.5	1.90	14.09	0.052	0.195	0.247	0.650
Mai	64.00	20.2	0.80	16.94	0.037	0.115	0.152	0.643
Juin	58.00	19.0	0.97	17.11	0.038	0.136	0.174	1.137
Juillet	63.25	18.0	0.77	16.81	0.044	0.128	0.173	1.137
Août.....	72.00	19.0	1.10	14.60	0.052	0.153	0.205	0.284
Septembre	72.00	21.7	1.15	15.52	0.045	0.109	0.154	0.156
Octobre	73.00	23.0	2.00	15.98	0.162	0.129	0.291	0.200
Moyenne	67.62	20.6	1.28	14.19	0.522	0.147	0.199	0.463

MOYENNES MENSUELLES DES RESULTATS DE L'ANALYSE CHIMIQUE DES ECHANTILLONS D'EAU RECUEILLIS CHAQUE SEMAINE.

(RESULTATS EN PARTIES PAR MILLION.)

	Total Solides	Alcalinité	Chlore	Oxgyène absorbé	Ammoniaque libre	Ammoniaque albuminoïde	Total d'ammoniaque	Nitrogène sous forme de nitrates et de nitrites
Aqueduc :								
Novembre, 1904.....	87.00	32.4	2.13	10.71	0.044	0.164	0.208	0.25
Décembre.....	99.00	52.0	3.65	8.31	0.044	0.153	0.197	0.29
Janvier, 1905.....	100.00	50.0	2.90	8.68	0.017	0.142	0.160	0.44
Février.....	135.00	87.0	5.97	3.20	0.022	0.095	0.117	0.42
Mars.....	140.00	90.6	6.06	2.62	0.031	0.073	0.103	0.44
Avril.....	91.00	36.2	2.37	12.90	0.051	0.194	0.246	0.46
Mai.....	67.00	27.0	1.42	14.96	0.028	0.129	0.156	0.65
Juin.....	98.00	52.8	3.27	9.18	0.026	0.117	0.143	0.78
Juillet.....	111.00	67.0	4.40	7.15	0.024	0.115	0 140	0.82
Août.....	123.00	63.2	4.68	7.59	0.052	0.124	0.176	0.16
Septembre.....	131.00	68.7	4.67	5.46	0.020	0.061	0.081	0.25
Octobre.....	123.00	65.0	4.70	6.85	0.098	0.076	0.174	0.17
Moyenne.....	1 0.7	57.7	3.85	8.13	0.038	0.120	0.158	0.43

MOYENNES MENSUELLES DES RESULTATS DE L'ANALYSE CHIMIQUE DES ECHANTILLONS D'EAU RECUEILLIS CHAQUE SEMAINE.

(RESULTATS EN PARTIES PAR MILLION.)

	Total Solides	Alcalinité	Chlore	Oxigène absorbé	Ammoniaque libre	Ammoniaque albuminoïde	Total d'ammonique	Nitrogène sous forme de nitrates et de nitrites
Eau de robinet :								
Novembre, 1904	92.60	33.0	1.73	10.06	0.073	0.169	0.242	0.21
Décembre	95.50	53.0	3.50	8.35	0.043	0.152	0.196	0.26
Janvier, 1905	94.70	50.0	2.90	8.98	0.018	0.109	0.127	0.32
Février	131.20	85.0	5.82	3.62	0.018	0.082	0.100	0.40
Mars	138.00	91.0	6.12	2.59	0.046	0.079	0.124	0.29
Avril	87.50	85.0	2.22	13.25	0.060	0.182	0.243	0.50
Mai	69.20	28.0	1.42	14.98	0.029	0.130	0.160	0.46
Juin	101.70	54.0	3.62	9.02	0.031	0.119	0.150	0.05
Juillet	115.70	64.0	4.35	7.26	0.029	0.109	0.138	0.76
Août	170.20	64.0	4.90	6.56	0.106	0.111	0.217	0.14
Septembre	113.20	70.0	4.17	6.72	0.036	0.073	0.109	0.10
Octobre	111.00	62.0	4.90	5.09	0.074	0.085	0.159	0.16
Moyenne	110.04	61.6	3.80	8.04	0.047	0.117	0.164	0.30

MOYENNES HEBDOMADAIRES DES RESULTATS DE L'ANALYSE DES EAUX DU FLEUVE SAINT-LAURENT.

Provenance de l'échantillon	(1910) Semaine commençant	Parties par Million							Bactéries par centimètre cube
		Coloration	Oxygène Consumé	Acide carbonique libre	Alcalinité	Incrustants	Magnésie	Chlore	
A	Mai 2	21	3.9	1.0	73	11.2	3.9	6.1	74
B	" 2	35	6.4	2.1	50	5.2	4.7	4.7	—
C	" 2	66	10.4	2.4	20	3.7	3.5	4.0	—
A	Mai 9	25	4.8	0.7	67	16.0	7.2	4.8	110
B	" 9	38	6.2	1.0	41	6.4	4.2	5.0	180
C	" 9	58	9.1	1.8	20	2.3	2.4	3.4	240
A	Mai 16	16	3.7	0.5	83	15.0	7.5	7.9	110
B	" 16	29	5.1	1.1	70	12.0	5.2	5.1	175
C	" 16	56	9.4	1.4	29	3.2	4.1	2.2	195
A	Mai 23	14	3.3	—	88	15.0	5.8	6.7	85
B	" 23	23	3.4	—	75	9.9	3.4	6.4	95
C	" 23	53	7.6	—	37	3.8	3.0	3.3	190
A	Mai 30	14	2.6	—	76	18.0	6.8	6.6	140
B	" 30	18	3.4	—	68	10.0	6.8	6.5	130
C	" 30	52	6.4	—	38	3.5	4.1	5.5	180
A	Juin 6	12	4.0	—	78	16.0	5.8	8.7	150
B	" 6	19	5.5	—	71	13.0	4.8	7.8	150
C	" 6	60	9.0	—	26	1.0	2.2	4.2	250
A	Juin 13	14	3.2	—	83	22.0	7.1	8.0	310
B	" 13	23	3.6	—	74	16.0	3.5	8.2	350
C	" 13	65	7.8	—	28	1.0	2.1	4.7	620

Note : Provenance des échantillons * : A, 1,200 pieds de la rive nord.
B, 600 " " " "
C, en dehors du brise-lame à la prise d'eau de l'aqueduc.

MOYENNES MENSUELLES DES RESULTATS DE L'ANALYSE DE L'EAU TELLE QU'ELLE SORT DES ROBINETS DE MONTREAL

(1910) Semaine Commençant:	Parties par Million.					
	Turbidité.*	Coloration	Chlore.	Alcalinité.	Incrustants.	Magnésie.
Mai 1	20	60	——	19	——	4.3
" 8	20	52	——	22	3.8	2.5
" 15	20	51	——	26	7.6	2.4
" 22	20	45	5.1	30	6.9	2.6
" 29	20	40	6.2	47	4.6	4.2
Juin 5	20	51	6.8	28	6.9	2.3
" 12	20	52	——	29	8.6	3.3
" 19	20	30	——	49	21.8	3.1

Note. (*) Turbidité uniformément moindre que 20.

Les données que nous possédons montrent clairement que l'eau, à 1,200 pieds de la rive, est supérieure à tous les points de vue, sauf en ce qui concerne la crudité. Quant à la crudité de l'eau dans le haut du Saint-Laurent, elle est généralement considérée comme satisfaisante pour les besoins domestiques et pour la production de la vapeur. De fait, elle ressemble beaucoup à l'eau de la majorité des Grands Lacs qui fournissent l'approvisionnement de Chicago, Milwaukee, Détroit, Cleveland, Buffalo, Toronto, etc. A certaine époque de l'année, durant l'hiver, des gorges de glace détournent presque toute la rivière Ottawa et la font passer par la rivières de Prairies au nord de l'Ile de Montréal.

Alors les consommateurs d'eau sont approvisionnés des semaines et des mois durant par l'eau du Saint-Laurent. En autant que nous avons pu nous en assurer, on n'a jamais critiqué sérieusement l'eau pratiquement claire du haut St-Laurent.

Au point de vue des bactéries, l'eau qui est à 1,200 pieds au large de la station est supérieure à celle près du rivage, car elle est évidemment débarrassée de la pollution et du lavage de la rive causé par l'action des vents qui agitent l'eau le long des endroits peu profonds, près de la rive.

Sauf en ce qui concerne la crudité, l'eau riveraine ne donne aucun indice marqué de supériorité sur l'eau qui se trouve dans le haut du St-Laurent. Au contraire elle a des désavantages non équivoques en ce qu'elle est fortement chargée de matières organiques et de matières végétales en dissolution et colorant l'eau, que les filtres à sable ordinaires seraient tout à fait incapables d'éliminer au degré voulu, de manière à livrer aux consommateurs une eau claire et incolore.

Quant à l'avantage qu'il y aurait à établir un réseau de tuyaux à partir de la rive jusqu'à une prise d'eau, à environ 1,200 pieds au large,

nous sommes fortement d'opinion que cela devrait se faire. A notre avis, on devrait procéder sans délai à cette entreprise et exécuter le projet de M. Janin, que nous avons examiné et approuvé.

Nous avons étudié avec beaucoup d'attention la question de savoir si le frazil ou la glace fondante amèneraient ou non des complications relativement à l'entrée de l'eau du fleuve dans le quai submergé de la prise d'eau protégé par des grillages en bois. M.M. Janin et Lesage ont fait des observations personnelles à plusieurs reprises après avoir placé un grillage dans l'eau, en ces parages, aux époques ou du frazil se rencontrait dans d'autres endroits. D'après ces observations, nous sommes portés à croire qu'il n'y aurait pas de complication en ce qui concerne le frazil. Nous ne sommes pas cependant entièrement convaincus que des obstructions ne pourraient pas se produire à cette prise d'eau, dans certaines circonstances. Nous sommes d'avis qu'une autre prise d'eau devrait aussi être établie près du quai, du côté intérieur bu bassin d'eau calme afin que, dans le cas de complications résultant de la présence de frazil, à la prise d'eau qui se trouverait au large, il fût possible de prendre l'eau dans le bassin d'eau calme où il est reconnu qu'il y a très peu de frazil.

En recommandant la construction d'une prise d'eau à 1200 pieds de la rive nous faisons remarquer que nous avons considéré la question au point de vue de la purification de l'eau. Ceci est important, surtout si l'on tient compte du fait qu'il faudrait nécessairement fournir aux consommateurs une eau fortement colorée dans le cas où se produiraient des complications dues au frazil à la prise d'eau située au large. Si l'on ne veut pas distribuer aux consommateurs une eau colorée et d'apparence peu attrayante, il faudra recourir à un procédé de coagulation, et nous devons déclarer à ce sujet que les dépenses fixes sur le compte du capital pour la pose d'une conduite aboutissant à une prise d'eau distante de 1200 pieds de la rive, y compris le quai même de la prise d'eau, seraient moindres que les frais du traitement par coagulation, qui nécessiterait l'eau riveraine, mais qui ne serait pas nécessaire pour l'eau qui serait prise au large, dans le cas où des filtres à sable feraient partie du système de purification.

A tout considérer, nous sommes convaincus, comme nous le disons plus haut, qu'il serait sage d'adopter la recommandation de M. Janin au sujet de l'établissement d'une prise d'eau au large.

METHODES DE PURIFICATION DE L'EAU.

La purification de l'eau a pour but la production d'une eau pure, limpide, incolore, sans saveur et inodore. L'eau de source est purifiée par la nature. La filtration lente de l'eau de pluie à travers le sol, présente d'excellents exemples qu'on pourrait imiter, dans certaines conditions, lorsqu'il s'agit d'aqueducs artificiels, mais l'ingénieur est tenu de faire le plan d'une usine de filtration pouvant donner un certain rendement quotidien et de l'adapter à la nature de l'eau à traiter.

Avant de parler des installations qu'il faudrait pour purifier l'eau du Saint Laurent et d'indiquer les frais de construction et d'exploitation des divers genres d'usines de filtration qui pourraient être établies à Mont-

réal, il convient de décrire au long les diverses méthodes de filtration et les conditions dans lesquelles chaucne de ces méthodes parait être la plus satisfaisante.

FILTRATION PAR LE SABLE.

La filtration par le sable qu'on appelle quelquefois " filtration lente" ou " filtration lente par le sable " est pratiquée depuis quelque 80 ans en Europe et depuis 35 ans dans un grand nombre d'endroits en Amérique. Elle consiste à faire descendre l'eau à travers des lits de sable dont les grains sont de grosseur moyenne. Les lits de sable sont généralement contenus dans des bassins étanches et reposent sur des couches de graviers disposées de manière à empêcher le sable de s'échapper par les tuyaux de décharge qui sont au fond des bassins et par lesquels passe l'eau filtrée. Les couches de sable ont ordinairement de trois à cinq pieds d'épaisseur et une nappe d'eau de même épaisseur y est généralement maintenue à un niveau constant au-dessus de la surface du sable. Dans les grandes installations, on divise généralement les lits de sable en unités d'à peu près une acre chacune. A peu d'exceptions près, les filtres, en Amérique, sont munis de couvertures en maçonnerie sur lesquelles on met de la terre sur une épaisseur de plusieurs pieds afin de les protéger contre la gelée durant l'hiver. Cette couverture est d'une grande importance comme protection lorsqu'on fait le nettoyage des filtres (ce qui arrive à peu près une fois par mois), nettoyage nécessité par les impuretés qui se trouvent dans l'eau non filtrée et qui forment un dépôt ou une couche sédimentaire à la surface du lit de sable, à tel point qu'il y a engorgement et que l 'écoulement normal de l'eau à travers le filtre se fait avec difficulté.

Autour des particules de sable, même à quelque distance de la surface du lit de sable, il se forme une couche plus ou moins gélatineuse composée en partie de matières enlevées de l'eau, et en partie, peut-être, de gelée bactérique ou zoogloea. Les surfaces de ces particules dans les parties supérieures du lit de sable ont une grande puissance d'adhésion et aident à supprimer les corpuscules tels que les bactéries qui sont beaucoup plus petits que les interstices du lit de sable. En vertu de ces propriétés adhésives les corpuscules minéraux et végétaux sont aussi éliminés et les minuscules bactéries sont aussi retenues sur la surface des grains de sable dans des conditions telles qu'elles meurent lentement.

La vitesse de l'écoulement de l'eau à travers les lits de sable varie suivant les différents genres d'usines de filtration. Dans la plupart des cas le débit correspond à une vitesse d'environ quatre à huit pouces par heure, soit l'équivalent de 2,200,000 à 4,300,000 gallons impériaux par acre par 24 heures. La vitesse d'écoulement de l'eau à travers le filtre, avec le niveau de la surface réglé automatiquement est généralement contrôlée par une valve, qui est posée au bout du tuyau de décharge. Des changements subits dans la vitesse de la filtration offrent des inconvénients, et dans certains filtres, le débit est contrôlé par des appareils automatiques qui lui donneut une vitesse uniforme en tout temps, suivant le volume d'eau qu'on veut laisser échapper par le régulateur.

La vitesse d'écoulement de l'eau à travers un lit de sable dépend beaucoup de la qualité de l'eau non filtrée; le fait est que la relation qui existe entre les deux choses a été constatée d'une manière conclusive au cours des expériences pratiques qui ont été faites à cet égard.

La qualité de l'eau non filtrée, en ce qui regarde l'engorgement des surfaces de sable et le nettoyage fréquent du sable, est aussi un facteur d'une grande importance qui a donné lieu en Amérique, au cours des dernières années, à des modifications considérables aux méthodes suivies en Europe.

Il y a vingt-cinq ans, on filtrait l'eau en Europe, dans la plupart des cas, à travers les filtres à sable à une vitesse verticale d'environ quatre pouces par heure, ce qui donnait un rendement d'environ 2,200,000 gallons impériaux par acre par 24 heures. Cette vitesse, principalement en Allemagne, fut rarement dépassée, le Bureau d'Hygiène Impériale émit l'opinion qu'il serait imprudent d'aller au delà de cela. Ce débit de 2,220,000 gallons par acre, par jour représentait le rendement moyen des grandes usines de filtration en Europe et c'est celui qui fut considéré comme le maximum à la suite de certaines investigations faites par feu Carl Piefke, ingénieur en charge de l'usine de filtration de Stralan, la première qui ait été établie à Berlin et qui est située sur la rivière Sprée, juste en amont des limites orientales de la ville. Diverses expériences faites à cette usine sur de petits filtres, surtout en 1889–90, par Piefke et Frankel de l'Institut Hygiénique de Berlin, provoquèrent la publication d'un article dans lequel on tirait la conclusion suivante: " l'efficacité qualitative d'un filtre à sable est en proportion inverse de son efficacité quantitative." Ce dicton qui est en pratique, veut dire que " à mesure que le taux de filtration augmente, l'efficacité des filtres diminue ", donna lieu à une très vive discussion parmi les savants d'Europe. Des expériences de même nature furent faites à divers endroits en dehors de Berlin et Piefke se livra à de nouvelles investigations sans le concours, cette fois, de son collègue.

Ceux qui étaient en faveur des eaux souterraines pour l'alimentation des municipalités profitèrent beaucoup des arguments invoqués au cours des discussions qui eurent lieu à Berlin, et comme résultat de ces discussions, le système d'approvisionnement d'eau par sources souterraines devint très en vogue, surtout après qu'on eût découvert un procédé satisfaisant pour enlever le fer des eaux souterraines en un grand nombre d'endroits, dans le nord de l'Allemagne. Les autorités en matière de filtration revisèrent leurs données, recommencèrent à faire de nombreuses expériences et en vinrent à la conclusion, dans bien des cas, que le taux de filtration pour certaines eaux du moins n'était pas un facteur important. Cette opinion fut partagée par Piefke, qui constata que les filtres Stralan fonctionnant à des vitesses irrégulières, n'étaient pas influencés par des débits uniformément élevés dans la mesure qu'il l'avait calculé autrefois. Les investigations faites par feu M. Kummel, ingénieur de l'usine de filtration à Altona, Allemagne, et par M. Bertschinger, chimiste et bactériologiste de la ville de Zurich, démontrèrent que la vitesse à laquelle on pouvait filtrer l'eau d'une manière satisfaisante était beaucoup plus grande que celle ci-dessus mentionnée, et ces messieurs exprimèrent l'opinion qu'on pouvait dépasser, sans aucun risque, le maximum qui avait été proposé comme étalon officiel pour l'Allemagne.

L'eau de la rivière Elbe, à Altona, contient plus de matières minérales et beaucoup moins de matières végétales que n'en contiennt l'eau de la

Sprée, à Berlin, et l'eau du lac Zurich, bien qu'elle renferme des matières végétales et animales d'une forme beaucoup plus grosse que les bactéries, ne contient pas de matières organiques d'une nature marécageuse comme celles qui caractérisent l'eau de la rivière Sprée à Berlin. C'est ici que l'on trouve pour la première fois dans les études de MM. Kummel et Bertschinger, le principe important du débit des filtres et qu'il y a, dans bien des cas, une grande différence dans les eaux, en ce qui concerne les matières minérales et animales qui entrent dans leur composition et qu'on doit tenir compte de cette différence. En Amérique la différence dans la composition des eaux des diverses rivières est tellement marquée que comme il est dit plus haut, la nécessité d'adapter le genre d'usine de filtration au caractère de l'eau à purifier ne tarda pas à devenir une question de la plus haute importance. Ce point est très important lorsqu'il s'agit de Montréal, étant donné la différence qui existe entre l'eau qui se trouve près de la prise d'eau ayant sa source dans la rivière Ottawa et celle qui provient du haut du fleuve Saint-Laurent.

A la station expérimentale de Lawrence, des investigations complètes furent faites sur les filtres à sable, en 1892, et furent continuées pendant plusieurs années. Ainsi qu'il est dit dans le rapport annuel du Bureau d'hygiène de l'Etat de Massachusetts pour l'année 1894, la question de la vitesse de la filtration et de l'effet du nettoyage des filtres à sable fut étudiée et il fut clairement démontré que les conclusions tirées à Berlin en 1890 étaient par trop générales et que des modifications devraient être apportées au système suivi afin de réduire le coût de la filtration sans affecter notablement l'efficacité du procédé de purification.

Lorsque la méthode de filtration par le sable fut employée pour la première fois à Londres en 1829, son objet ne semblait être que d'enlever les matières visibles en suspens dans l'eau et de se procurer ainsi une eau limpide et claire, comme celle que l'on appelle souvent dans ce pays " de l'eau nette."

Les avantages que présentait ce procédé étaient tellement évidents, au point de vue de la qualité d'eau ainsi obtenue, que de grands centres de population en Europe, où il était impossible d'obtenir de l'eau de sources souterraines, adoptèrent graduellement les filtres à sable qui, en général, semblent être très appropriés aux approvisionnements d'eau de surface de l'Europe occidentale.

Vingt-huit à trente millions de personnes en Europe sont maintenant pourvues d'eau qui a passé à travers des filtres de sable construits et fonctionnant dans des conditions qui sont approuvées par les autorités sanitaires. A l'heure actuelle, dans l'Europe occidentale, on compte peu de villes importantes, dont l'approvisionnement d'eau provient de sources de surface, qui ne sont pas pourvues d'usine de filtration à sable.

Avant 1870, en Amérique, les filtres à sable n'était pas même connus par nos ingénieurs d'aqueducs.

Ce fut l'admirable rapport fait en 1869 par feu M. James P. Kirkwood, de Brooklyn, N.Y., sur " La filtration des eaux de Rivières", qui nous donna, en grande partie, les premiers renseignements à ce sujet.

Ce rapport fut préparé à la suite de plusieurs tournées d'inspection en Europe faites dans l'intérêt de la ville de Saint-Louis, Mo., et de la Commission de l'aqueduc de cette ville dont il était, à cette époque, l'ingénieur

en chef. Le rapport de M. Kirkwood fut publié en Amérique et en Europe et fut beaucoup apprécié dans les deux pays, Il fut traduit en allemand et durant toute une génération, ce livre a fait autorité en matière de filtrtion d'eau. La ville de Saint-Louis n'a pas adopté les recommandations de M. Kirkwood et n'a pas construit de filtres à sable pour le traitement de l'eau boueuse de la rivière Mississippi, mais plusieurs usines furent établies suivant ses plans, notamment à Poughkeepsie et à Hudson, N.Y. (1874–76) pour la purification de l'eau de la rivière Hudson.

Autrefois, les filtres à sable étaient généralement considérés comme des passoires, bien qu'il fût reconnu qu'ils produisaient un effet bienfaisant sur la qualité de l'eau relativement à son apparence, et au point de vue de la santé publique.

Toute la question de la purification de l'eau entra dans une nouvelle phase, après qu'il eût été constaté que les maladies étaient dues à des germes, et que la relation qui existe entre les eaux infectées et l'origine des maladies qui sont reconnues comme provenant de l'eau, eût été établie. Depuis qu'existe la science de la bactériologie, c'est-à-dire depuis à peu prés 25 ans, la question de filtration de l'eau a pris une importance croissante, a été l'objet d'études, d'expériences élaborées, et a été examinée à fond au triple point de vue scientifique, bactériologique et chimique.

On ne considère plus le filtre à sable comme simple instrument propre à clarifier l'eau. Il est maintenant reconnu que non-seulement le filtre enlève le limon de glaise et les autres impuretés provenant de la surface du sol, ainsi qu'une quantité considérable de matières végétales, mais que de plus il fait disparaître la saveur et l'odeur d'algue, et élimine les germes morbides à un degré très marqué.

Des études approfondies sur le fonctionnement des filtres ont été faites à plusieurs endroits en Angleterre, en France et en Allemagne, à partir de 1885. Depuis cette époque, des données analytiques montrant les résultats obtenus par la filtration de l'eau, ont été recueillies dans la plupart des grandes usines de purification, des analyses, règle générale, étant faites tous les jours dans les laboratoires établis aux usines mêmes.

En Amérique, où le caractère des eaux de surface varie à un si haut degré, et où se rencontrent tantôt des eaux relativemnet limpides, comme celles du littoral de l'Atlantique, et tantôt des eaux extrêmement vaseuses comme celles de la région centrale de l'Ouest, les perfectionnements dans les procédés de filtration ont été basés sur des expériences pratiques, et des études sérieuses ont été faites, avant que l'on ait commencé à dépenser des sommes considérables pour purifier l'eau. Le Bureau d'Hygiène de l'Etat du Massachusetts a joué un rôle important et remarquable dans le développement de ces études en établissant une Station Expérimentale à Lawrence, Mass., au cours de l'automne de 1887. On a recueilli à cette station une foule de renseignements quant aux avantages qu'offre la filtration dans différentes conditions et quant à la vitesse de l'écoulement de l'eau, à la dimension et à l'épaisseur des couches du sable, le tout considéré au double point de vue bactériologique et chimique, en égard au mode de construction pouvant donner les meilleurs résultats avec le moins de frais possible. La science de la filtration doit beaucoup de ses progrès aux nombreuses publications annuelles de ce bureau. Elle lui est redevable du perfection-

nement de ce qu'on peut appeler " les lois de la filtration " pour les localités où existent des conditions comme celles que l'on rencontre au Massachusetts, et surtout en ce qui concerne la filtration par le sable comme moyen d'éliminer les bactéries dans l'eau.

Le résultat immédiat des études et des expériences faites à Lawrence a été l'établissement d'une usine de filtration par le sable pour la purification de l'eau dde l'aqueduc de Lawrence. Cette usine municipale a été construite en 1893 et a donné entière satisfaction quant à la réduction dans le nombre de cas de fièvre typhoïde parmi les consommateurs d'eau de la ville de Lawrence, qui tire son approvisionnement de la rivière Merrimack, dont les eaux sont fortement contaminées. Dans cette ville qui était autrefois si souvent affligée d'épidémies de fièvre typhoïde, la proportion des décès dus à cette maladie n'est, depuis quelques années, pas plus élevée qu'à Lowell, la ville voisine, qui tire son approvisionnement d'eau de sources souterraines.

Les investigations faites à Lawrence ont beaucoup contribué à hâter la purification des eaux alimentant les villes des Etats-Unis et provenant des rivières vaseuses dans le Sud et l'Ouest et ont provoqué une série d'études remarquables dans différentes villes.

Les investigations qui ont été faites à Louisville, Ky., Pittsburgh, Pe., Cincinnati, Ohio, Washington, D.C., Nouvelle-Orléans, Le., Philadelphie, Pa., Harrisburg, Pe., etc., ont coûté $350,000 et ont beaucoup contribué à faire apprécier les avantages qu'offre la filtration, et à faire ressortir la nécessité d'adapter le genre de filtre à employer, à l'eau qu'il s'agit de traiter.

Comme conséquence des diverses études ci-dessus mentionnées, des filtres à sable ont été installés depuis la construction de l'usine de Lawrence, en 1893, dans différentes villes, savoir, à Albany, N.Y., à Washington, D.C., à Philadelphie, Pe., à Pittsburgh, Pe., à Providence, R.I., à New-Haven, Conn., à Wilmington, Del., à Indianapolis, Ind., à Springfield, Mass., et dans plusieurs villes de moindre importance. On a aussi recommandé l'emploi de filtres à sable dans la ville de New-York, pour l'aqueduc actuel Croton, pour l'aqueduc qu'on est à construire à Catskill, et pour Baltimore, Md.

Les filtres à sable sont surtout propres à la purification des eaux qui contiennent peu de souillures végétales ou qui sont peu colorées, et qui sont relativement libres de boue. Ils font disparaître ordinairement de 20 à 30 pour cent de la coloration de l'eau causée par les matières végétales.

Ils éliminent régulièrement les éléments qui troublent l'eau dans la proportion de 50 à 75 parties par million, et durant de courtes périodes de temps, ils les font disparaître dans une proportion beaucoup plus considérable.

Ils ne peuvent, cependant, purifier les eaux vaseuses des régions centrales de l'Ouest et du Sud des Etats-Unis, à moins que l'eau ne soit préalablement clarifiée par des procédés dont nous parlerons plus loin, en rapport avec la coagulation.

En ce qui concerne la destruction des bactéries, les filtres à sable ont prouvé leur efficacité et il a été démontré qu'ils éliminaient de 98 à 99 pour cent des bactéries contenues dans une eau non filtrée. Le meilleur moyen pour juger de l'efficacité, au point de vue hygiénique, des filtres à sable, est

de comparer, pour un certain nombre d'années, le chiffre des cas de maladies dus à l'eau, avant et après la filtration de l'eau alimentant une localité.

La ville d'Altona, en Allemagne, nous offre un exemple frappant du pouvoir que possèdent les filtres à sable de protéger une population contre le choléra, maladie qui sévissait dans la ville voisine de Hambourg en 1892-93. Bien que les égouts de Hambourg déchargent les ordures ménagères et les autres immondices de cette ville, à l'état non purifié, dans l'Elbe, qui, à une certaine distance en aval de cette rivière alimente l'aqueduc de la ville d'Altona, les filtres de cette dernière ville ont réussi à immuniser presque complètement les citoyens contre cette maladie.

A l'Exposition de Paris, en 1900, le gouvernement allemand présenta des statistiques et des cartes établissant une comparaison entre les statistiques de la typhoïde dans diverses villes allemandes groupées de façon à mettre ces différentes villes sur un pied semblable sous tous rapports, sauf quant à l'approvisionnement d'eau.

Sans décrire au long les différents systèmes adoptés par ces villes, nous attirons votre attention sur le tableau suivant, indiquant les qualités sanitaires des eaux de surface filtrées, fournies à un grand nombre de villes allemandes comparées avec des statistiques semblables pour des villes correspondantes approvisionnées d'eau souterraine.

PROPORTION MOYENNE DE LA MORTALITE CAUSEE PAR LA FIEVRE TYPHOIDE, PAR 100,000 DE LA POPULATION, DANS LES VILLES D'ALLEMAGNE, POUR LES ANNEES 1896, 1897 ET 1898.

Eau de surface filtrée.		Eau souterraine.	
Stuttgard	4	Munich	3.6
Chemnitz	4	Dresde	4.0
Berlin	4.6	Charlottenbourg	4.3
Altona	6.0	Nurembourg	4.6
Madgebourg	6	Hanovre	5.3
Hambourg	6		
Brême	6	Crefeld	6.3
		Elberfield	6.3
Brunswick	8.3		
Bresleau	8.6	Aix-la-Chapelle	7.3
		Barman	8.0
Koenigsburg	17.6	Leipsig	8.3
Stettin	20.6		
		Cologne	9.0
		Manheim	9.3
		Cassel	10.3
		Flensbourg	11.3
		Strasbourg	12.0
		Dantzig	12.3
		Halle	13.0
		Essen	13.6

De ce côté-ci de l'Atlantique, l'expérience des 15 dernières années permet de présenter des statistiques qui démontrent (comme on a pu le constater à l'exposition de Paris en 1900) qu'il est possible—les autres conditions sanitaires étant les mêmes—de purifier les eaux de surface au moyen de la filtration au point de les rendre à peu près égales, en pureté, aux eaux souterraines de la la meilleure qualité. Voici quelles sont les statistiques pour les villes pourvues d'usines de filtration à sable:—

PROPORTION DE LA MORTALITE CAUSEE PAR LA FIEVRE TYPHOIDE, PAR 100,000 DE LA POPULATION, DANS LES VILLES OU IL A DES FILTRES A SABLE.

Ville	Usine achevée.	Ans en moyenne. Avant filtration	Après filtration	Proportion de la mortalité causée par la fièvre typhoïde	
				Avant filtration	Après filtration
Albany, N.Y.	1899	10	9	90	22
Lawrence, Mass.	1893	7	15	114	25
Pittsburg, Pe.	1907	8	1	133	47

Y compris Allegheney, où l'eau n'est pas filtrée.

Bien que les filtres à sable ne soient pas à l'épreuve des germes, lorsqu'ils sont construits et entretenus dans les conditions voulues, les microbes ne peuvent guère y trouver un passage. Il est surtout important d'apporter beaucoup de soin et d'attention à leur fonctionnement, et presque sans aucune exception, toutes les usines de filtration de quelque importance, de ce côté-ci de l'Atlantique, ont été pourvues de laboratoires, qui se trouvent sur les lieux et où l'on fait constamment des analyses afin d'obtenir les meilleurs résultats possibles des filtres. Les nombreuses investigations faites aux diverses stations de filtration sus-mentionnées, jointes à des expériences pratiques, ont permis de formuler des règles claires et précises quant à la meilleure méthode à suivre pour adapter un projet de purification aux diverses conditions locales et à l'eau à traiter. Ces règles portent principalement sur le traitement préparatoire nécessaire avant le passage de l'eau à travers les filtres de sable, sur le taux de filtration et sur le mode de nettoyage des lits de sables afin de les débarrasser des matières qui s'accumulent à leur surface.

Il est évident que le taux de filtration ou la charge portée par un filtre à sable doit être réglée différemment suivant qu'il s'agit de purifier l'eau claire d'un lac ou de traiter une eau de rivière très vaseuse ou une eau de rivière contenant beaucoup de matières organiques d'une nature marécageuse. Les minutieuses investigations faites aux diverses stations de filtration sus-mentionnées démontrent très clairement que, vu les conditions très variables qui se rencontrent, il est nécessaire de déterminer la charge que devront porter les filtres avec beaucoup de soin, suivant le caractère de l'eau non filtrée. Les principes adoptés de ce coté-ci de l'Atlantique, quant à la construction et à l'entretien des usines de purification, sont plus rationnels que ceux sur

lesquelles l'on s'est basé à Berlin et plus en accord avec les méthodes suivies à Zurich et à Altona. Au cours des investigations et des études auxquelles l'on s'est livré, des faits très importants ont été mis en lumière quant à la nécessité d'un traitement préparatoire de l'eau avant sa filtration, traitement qui, dans le cas des eaux vaseuses et marécageuses, a pris la forme d'une coagulation et d'une sédimentation, et qui consiste quelquefois en une filtration préliminaire avant que l'eau soit finalement traitée dans les filtres proprement dits. Bien que le coût du traitement préliminaire de l'eau avant sa filtration ait beaucoup augmenté en ces dernières années, le taux de filtration dans les filtres proprement dits s'est tellement accru que la dépense totale est beaucoup moins élevée qu'elle n'était il y a quelques années. Aujourd'hui, en Amérique, il arrive souvent que l'on filtre de 4.2 à 5.0 millions de gallons impériaux par acre, par jour, plus que le double de la charge que pouvaient porter les filtres il y a 15 ou 20 ans, et les résultats obtenus sont très satisfaisants. Le fait est qu'à une des usines de filtration les plus importantes qui aient été établies en ces dernières années, savoir celle du Croton pour la ville de New York, l'on a jugé qu'il était possible de filtrer jusqu'à 8.3 millions de gallons impériaux par acre, par jour. L'on ne pourrait, naturellement, obtenir en moyenne plus de 6.7 à 7.5 millions de gallons impériaux d'eau filtrée par acre, par jour, et c'est là le rendement que donnent les filtres qui servent à purifier l'eau du lac Zurich, en Suisse.

La possibilité de filtrer, dans un temps donné, de plus grandes quantités d'eau que par le passé, lorsqu'il s'agit d'eaux qui, dans leur état brut, sont relativement libres d'eau d'égout, de vases et de matières en suspension et organiques ,est intimement liée à la méthode de nettoyage de la couche de sable. C'est un fait connu depuis les premières expériences faites à Lawrence, Mass., que la quantité de sable à nettoyer pour chaque million de gallons d'eau filtrée est virtuellement indépendante du taux de filtration, toutes choses égales d'ailleurs. Il en est à peu près de même pour le volume d'eau filtré entre des nettoyages successifs de la surface du sable. A mesure qu'augmente le taux de filtration, il faut naturellement nettoyer les filtres plus souvent. Avec l'ancienne méthode de nettoyage des lits de sable, d'après lequelle on laissait le filtre se drainer, après quoi la surface de sable était grattée et les grattures étaient déposées dans une cour extérieure et le filtre était ensuite rempli d'eau par en-dessous, puis mis en opération avec un taux de filtration graduellement croissant, les filtres sont hors de service pendant une si longue période de temps que l'augmentation dans le taux de filtration implique un accroissement notable dans la surface de filtre de réserve, de sorte que le produit net, lorsqu'on le calculerait sur une base annuelle de rendement par acre, serait beaucoup moindre que le débit réel d'eau filtrée pendant que les filtres seraient en fonctionnement. Les améliorations aux systèmes de nettoyage des filtres à sable ont été très rapides de ce côté-ci de l'Atlantique durant ces dernières années, et pour déterminer la meilleure manière de traiter l'eau pratiquement claire du St-Laurent, nous avons jugé qu'il était important de faire une étude approfondie des méthodes de nettoyage des filtres aux usines de filtration américaines les plus modernes et particulièrement d'examiner avec soin les appareils mécaniques en usage pour nettoyer le sable sur place sans recourir au grattage des lits de sable et au drainage de ceux-ci. Les avantages que présente ce système sont tels que nous en avons fait l'objet d'une investigation minutieuse, et afin que l'on comprenne mieux la nature du procédé que nous recommandons, nous

allons donner dans les pages suivantes une description détaillée des méthodes suivies pour le nettoyage des filtres à sable.

NETTOYAGE DES FILTRES A SABLE.

Dans un filtre à sable, la surface du lit de sable se couvre graduellement d'immondices, de bactéries et autres impuretés extraites de l'eau jusqu'à ce qu'arrive un moment où le filtre ne pouvant plus remplir efficacement ses fonctions, il faut le fermer et le nettoyer avant que la filtration puisse se poursuivre. D'après la méthode la plus généralement suivie, le procédé de nettoyage consiste à retirer tout d'abord l'eau brute qu'il y a sur la surface du sable, puis à drainer le lit jusqu'à ce que le sable soit suffisamment ferme pour qu'on puisse marcher dessus. Une mince couche de sable est ensuite grattée à la surface et les grattures sont d'abord empilées puis enlevées du filtre par un moyen ou par un autre. La surface du sable est ensuite ratelée et le lit de sable est rempli d'eau filtrée par en-dessous jusqu'à ce que la surface soit entièrement submergée, après quoi l'eau brute est introduite de nouveau et la filtration poursuivie. Ce même procédé de nettoyage est répété au besoin jusqu'à ce qu'une profondeur minimum de sable reste sur le filtre, alors que le sable, qui a été enlevé et subséquemment lavé, est remis en place et le filtre remis dans son état primitif.

Dans les premiers filtres, construits en Angleterre, le sable sale était lavé dans une boîte où on lancait simplement un jet d'eau au moyen d'un boyau—méthode plutôt lente et quelque peu coûteuse. Divers genres de machines à laver furent ensuite inventées, et l'on finit par adopter l'appareil appelé " laveur-éjecteur," qui est celui que l'on emploie le plus généralement aujourd'hui et qui a été mis en usage tout d'abord à Hambourg, en Allemagne, où il fut introduit, puis en Angleterre et plus tard aux Etats-Unis. Ce laveur consiste en une série de trémies au fond de chacune desquelles est posé un ajutage avec un col directement vis-à-vis, l'ajutage étant relié à un tuyau fournissant de l'eau nette sous pression et le col étant joint à un tuyau communiquant avec le haut d'une autre trémie. Le sable sale est jeté à la pelle dans la première trémie et tombe au fond, où il rencontre un jet d'eau nette passant de l'ajutage au col. Le sable est charrié avec l'eau à travers le col et le tuyau de raccordement et va se décharger dans la deuxième trémie, l'eau sale s'échappant en trop-plein. Le sable tombe au fond de la deuxième trémie, où il rencontre de nouveau un jet d'eau nette, et est charrié dans la troisième trémie, et il passe ainsi parune série de trémes jusqu'à ce qu'il soit suffisamment nettoyé et va finalement se décharger dans une boîte; on l'enlève ensuite de cette boîte et on le dépose dans une cour extérieure, où on le laisse jusqu'à ce qu'il soit replacé dans le filtre.

En ces dernières années, depuis l'introduction du " laveur-éjecteur," les perfectionnements dans le système de lavage du sable et de nettoyage des filtres ont été très rapide aux Etats Unis, où un grand nombre d'usines de filtration ont été établies, et les notes qui suivent sont restreintes aux développements qui se sont produits dans ce pays.

Les premières villes des Etats-Unis qui ont adopté le "laveur-éjecteur pour leurs usines de filtration sont Lawrence, Mass., et Poughkeepsie, N.Y.,

en 1895, et la ville d'Albany, N.Y., qui commença la construction d'une usine de filtration en 1897. A Lawrence et à Albany, l'on enlevait le sable sale des filtres aussi vite que possible avec des brouettes et on le déposait en plein air. Après qu'un filtre avait été nettoyé et remis en opération, le sable sale était apporté au laveur dans des brouettes et le sable net était transporté soit dans des brouettes, comme à Albany, ou dans de petits chars, comme à Lawrence.

Le transport du sable aux laveurs dans des brouettes fut jugé dispendieux, et bientôt l'on adopta une trémie d'éjection mobile, semblable, par son genre de construction, à une des trémies du laveur, mais plus petite et plus légère. Deux tuyaux furent reliés à la trémie, l'un pour fournir de l'eau et l'autre pour chasser le sable et l'eau; ces tuyaux étaient disposées de manière que la trémie pût être facilement mue d'une pile de sable à l'autre. Le sable était jeté à la pelle dans cette trémie mobile, était emporté par l'eau à travers un des tuyaux et allait se décharger dans la première trémie du laveur.

Se rendant compte de l'économie qu'il y avait à transporter le sable au moyen de l'eau, la ville de Philadelphie, lorsqu'elle commença en 1900 la construction de son usine de filtration (qui est la plus vaste qu'il y ait dans le monde), adopta un plan d'après lequel, au lieu de charroyer le sable sale des filtres dans des brouettes, on pouvait placer dans les filtres un éjecteur portatif, où le sable pouvait être jeté à la pelle et transporté, au moyen d'eau, directement au laveur, des tuyaux d'alimentation et de décharge permanents étant installés dans les filtres et des raccords en boyaux flexibles étant faits entre l'éjecteur portatif et ces tuyaux, à différents points. Afin de diminuer encore davantage le coût du transport du sable, un tuyau de décharge fut relié à la dernière trémie du laveur, et le sable net était transporté par ce tuyau, par pression d'eau, du laveur à un endroit propice, où il se déchargeait dans des boîtes basses construites sur le pavage de la cour d'emmagasinage.

En 1901-2, la ville de Pittsburg, Pa., fit préparer les plans d'une usine de filtration et le système de transport et de lavage du sable qui avait été adopté à Philadelphie, fut suivi. L'usine, telle que finalement construite, comportait, cependant, une méthode quelque peu différente pour le nettoyage des filtres et pour le transport du sable, comme on le verra plus loin.

En 1902, une petite usine de filtration fut construite à Milford, Mass., et c'est là la première usine de filtration des Etats-Unis où l'on se soit servi d'un éjecteur portatif pour transporter le sable d'un filtre à un laveur.

Dans toutes les usines de filtration dont il a été parlé jusqu'ici le sable, une fois lavé, était transporté aux filtres dans des brouettes.

En 1902, fut dressé le plan de la grande usine de filtration de Washington, D.C., et la même méthode d'enlèvement du sable des filtres par des éjecteurs portatifs, qui avait été antérieurment adoptée par la ville de Philadelphie, fut suivie là, sauf que le sable, à sa sortie de la dernière trémie, du laveur-injecteur, était déposé dans de grandes boîtes élevées, construites au-dessus de la surface de la cour.

Jusqu'en 1909, le sable lavé, à Washington, était transporté des boîtes d'emmagasinage aux filtres dans des tombereaux qui passaient tout d'abord au-dessous des boîtes, où elles étaient chargées par une trappe directement

au-dessus, par où le sable passait, et qui étaient ensuite hissées au sommet des filtres, le sable étant déposé dans des filtres par les regards, puis distribué. Depuis 1909, le sable lavé est transporté des boîtes d'emmagasinage aux filtres par l'eau. Une trémie d'éjection est placée directement au-dessous de la trappe de chaque boîte et l'on fait tomber le sable lavé dans la trémie, le sable est emporté par l'eau à travers un tuyau jusqu'au filtre que l'on veut remplir; il se décharge là et il est ensuite distribué sur la surface du sable qui est resté dans le filtre. Pendant que le filtre est rempli de sable par ce procédé, l'on fait généralement passer lentement, par en-dessous, de l'eau filtrée à travers la couche de sable, cette eau ainsi que celle employée à transporter le sable au filtre s'échappant en trop-plein et tombant dans un drain.

Le plan de l'usine de filtration de Toronto, Ontario, actuellement en voie de construction, ressemble beaucoup à celui de l'usine de filtration de Washington, D.C., sauf que les boîtes d'emmagasinage se trouvent au-dessous du sol au lieu d'être élevées au-dessus. Le sable lavé, cependant, au au lieu d'être transporté au filtre par l'eau sera charroyé dans des tombereaux ou dans de petits wagonnets et déposé dans les filtres par les regards.

Au commencement de l'année 1902, fut dressé le plan de l'usine de filtration de la " New Haven Water Company," de New Haven, Conn. A cette usine (bien qu'elle n'ait été construite que plus tard), il n'y a aucune cour pavée pour l'emmagasinage du sable. Les filtres sont rangés de chaque côté d'une longue galerie abritant les tuyaux, dans laquelle se trouve un laveur-éjecteur de sable mobile. Le sable sale est enlevé du filtre que l'on veut nettoyer par un éjecteur portatif à pression d'eau et va se décharger dans le laveur de sable. A sa sortie de la dernière trémie du laveur, le sable est transporté par l'eau à un autre filtre que l'on veut remplir de sable, un filtre à la fois étant toujours tenu en inactivité dans le but de recevoir le sable qui est enlevé des autres filtres et qui est lavé à mesure qu'il est enlevé. Dans le filtre qu'il s'agit de remplir, le sable et l'eau provenant du laveur de sable se déchargent dans un réservoir découvert, le sable étant retiré du fond du réservoir par une valve, puis charroyé et étendu, et l'eau sale s'échappant en trop-plein et passant dans un tuyau temporaire relié à un drain. Le laveur de sable, à chaque nettoyage, est placé à mi-distance entre le filtre que l'on nettoie et celui que l'on remplit. Le réservoir recevant le sable, qui, lorsqu'il est en usage, est suspendu au toit du filtre, est mu d'un endroit à l'autre du filtre, au besoin, plusieurs points où le réservoir peut être suspendu ayant été ménagés.

En 1903, la ville de New-York fit faire de minutieuses investigations en vue de se procurer un approvisionnement d'eau additionnel, et la Commission qui avait été chargée de faire ces investigations recommanda, dans son rapport, pour l'usine de filtration projetée, la même méthode pour le nettoyage des filtres et pour le transport et le lavage du sable que celle qui avait été adoptée à New-Haven, sauf que—à raison du fait que l'usine devait être beaucoup plus grande que celle de New-Haven—l'on devait se servir de laveurs-éjecteurs fixes au lieu de laveurs mobiles, le sable devant être poussé par l'eau d'un laveur-éjecteur à l'autre dans son passage entre le filtre qui était nettoyé et le filtre qui recevait le sable, lorsque la distance entre les deux filtres serait trop grande pour qu'un laveur pût suffire. Les filtres pour l'approvisionnement d'eau additionnel de New-York n'ont pas encore été construits.

En 1904–5, la ville de Pittsburg, Pe., commença la construction d'une usine de filtration et adopta la même méthode pour le nettoyage des filtres et pour le lavage et le transport du sable que celle qui était suivie à New-Haven et qui avait été recommandée aussi pour la ville de New-York. Le sable est enlevé par des éjecteurs portatifs, passe à travers un ou plusieurs laveurs-éjecteurs fixes et va se décharger dans le filtre que l'on veut remplir de sable lavé, mais le réservoir distribuant le sable, au lieu de se trouver à certains points fixes dans le filtre, est mû lentement sur la surface du filtre pendant que le sable se décharge.

Dans toutes les usines dont il est parlé plus haut, le sable sale est enlevé des filtres pour être lavé, mais il y a trois méthodes qui sont en usage depuis quelques années pour nettoyer le sable sans l'enlever du filtre.

Dans la méthode dite " Brooklyn," qui est employée depuis 1907 à quelques-unes des petites usines de filtration du bourg de Brooklyn, ville de New-York, l'eau est drainée jusqu'à une profondeur de quelques pouces au-dessus de la surface de sable et les issues qui permettent à l'eau qui reste au-dessus de la surface du sable de s'échapper sont ensuite ouvertes. L'eau de lavage est introduite à une des extrémités du lit et on la laisse couler sur la surface du sable. La direction du cours de l'eau est guidée par des planches posées de champ, formant des canaux d'environ 15 pieds de largeur. A mesure que l'eau coule sur le sable, la couche est ratelée par des hommes qui se tiennent sur la surface du lit et le ratelage se poursuit jusqu'à ce que l'eau à la surface soit claire. L'eau est ensuite introduite par les orifices ordinaires et la filtration se continue.

En 1909, la méthode Nichols fut employée à quelques-unes des usines de filtration de Philadelphie. Cette méthode consiste à pousser le sable sale et l'eau, par une trémie d'éjection portative ordinaire, dans un séparateur, que l'on fait circuler dans le filtre au cours du procédé de nettoyage. Le séparateur se compose d'un cylindre fermé, ayant un fond de forme conique, où se trouvent une valve et des boyaux, par lesquels le sable est expulsé du séparateur. A l'intérieur du séparateur il y a une série de barreaux et un disque, qui déterminent un courant de sable descendant et un courant d'eau de lavage montant, et ces courants sont si bien proportionnés qu'aucunes particules de sable ne sont emportées dans l'eau de lavage, qui passe par-dessus le séparateur et va tomber dans un drain, en dehors du filtre. Le sable net sort du séparateur par un boyau et va se déposer sur la surface du filtre d'où le sable sale a été enlevé. Le séparateur est monté sur des roues et est mû d'un endroit à l'autre du filtre à mesure que se fait le nettoyage.

La troisième méthode pour nettoyer un filtre sans enlever le sable est connue sous le nom de " méthode Blaisdell." Cette méthode fut essayée tout d'abord à Yuma, Arizona, puis à l'usine de filtration expérimentale au réservoir du parc Jérome, ville de New-York, et elle est actuellement employée à l'usine de filtration de Wilmington, Delaware, qui vient d'être achevée. La machine à laver Blaisdell consiste en une boîte renversée qui est enfoncée au-dessous de l'eau dans le filtre jusqu'à la surface de filtration et qui est maintenue en place et manœuvrée par un homme qui se tient sur une plateforme mobile reposant sur les murs ou les piliers d'un filtre. La boîte contient un essieu creux tournant à volonté, d'où des dents perforées se projettent dans le filtre à la distance que l'on peut déterminer

pendant l'opération. La boîte peut être élevée ou abaissée et la plate-forme peut être mue longitudinalement ou latéralement, le tout étant manœuvré au moyen de l'électricité et par un seul homme. La boîte est mue sur la surface du filtre et l'on fait en même temps tourner les dents lentement. De l'eau sous pression est introduite par l'essieu et les dents, passants en petits jets dans le sable par les trous qu'il y a dans les dents. Une pompe centrifuge, communiquant avec la boîte, aspire un peu plus d'eau que la quantité fournie par les dents et décharge cette eau dans un drain.

En 1908, la ville de New-York fit dresser le plan d'une usine de filtration, dont la construction n'a pas encore été commencée, mais qui, une fois qu'elle aura été établie, sera la plus grande usine de purification d'eau du monde. Les filtres de cette usine seront nettoyés d'après la méthode Blaisdell.

La ville de Philadelphie est actuellement à faire construire une usine de filtration additionnelle au réservoir de Queen Lane, et, à cette usine, l'on pourra nettoyer les filtres sans enlever le sable, par une des trois méthodes en dernier lieu mentionnées, c'est-à-dire par la méthode Brooklyn, la méthode Nichols ou la méthode Blaisdell.

COAGULATION.

Par coagulation on entend l'usage de certains produits chimiques comme, par exemple, le sulfate d'alumine ou le sulfate de fer, qui, ajoutés à l'eau, se combinent avec les carbonates et les bicarbonates de chaux et de magnésie dans l'eau, et produisent un précipité gélatineux qui enveloppe la vase, la glaise, les bactéries et les matières organiques, tant en suspension qu'en dissolution, et permet à ces diverses impuretés de se grouper en masses ou flocons, qui peuvent être éliminés beaucoup plus facilement soit par sédimentation ou par filtration que les matières isolées, dans l'eau qui n'est pas traitée.

L'on a généralement recours à la coagulation pour l'eau qui est purifiée par les filtres mécaniques, qui sont décrits au long plus loin et dans lesquels l'eau passe avec une vitesse de 15 à 30 fois plus grande que dans les filtres à sable ordinaires, qui ont été décrits en détail plus haut. Sous cette rubrique il ne sera parlé de la coagulation qu'au point de vue de son application à l'eau qui est clarifiée à l'aide de filtres à sable.

L'usage du sulfate d'alumine ou d'alun pour les fins de coagulation remonte à plusieurs milliers d'années. L'on s'en servait dans l'Orient et en Egypte plusieurs siècles avant qu'on en ait fait usage dans de nombreuses plantations dans la région méridionale des Etats-Unis pour faciliter la clarification des eaux très colorées ou très vaseuses. Les coagulants ne sont pas employés sur une grande échelle dans les pays occidentaux de l'Europe vu l'absence relative d'eaux vaseuses ou très colorées , mais l'on en fait usage dans une douzaine d'usines de filtration en Belgique, en Hollande et dans la région septentrionale de l'Allemagne. Parmi les villes les plus importantes où l'on s'en sert uous citerons Anvers, Schiedam, Brême et Hambourg.

L'usage des coagulants n'était pas vu d'un bon œil, il y a 10 ou 15 ans, en Amérique et en Europe. Les minutieuses investigations qui furent

faites à 10 ou 12 endroits différents, notamment à Louisville, à Pittsburg, à Cincinnati et à la Nouvelle-Orléans, et l'absence complète d'effets pernicieux sur la santé de ceux qui buvaient l'eau régulièrement traitée de cette manière, dissipèrent le préjugé qui existait, et, aujourd'hui, de ce côté-ci de l'Atlantique, il est admis que non seulement le procédé de coagulation est absolument nécessaire pour clarifier les eaux très vaseuses et fortement colorées , mais que de plus l'on peut y recourir avec une parfaite sécurité.

Nous avons déjà dit que les eaux de la région occidentale de l'Europe sont beaucoup plus faciles à purifier que la majorité des eaux de l'Amérique et que l'on n'a, par conséquent, guère besoin de se servir de coagulants. Ce procédé de clarification a, cependant, été étudié à la Station Expérimentale Royale de Prusse et ses mérites sont aujourd'hui reconnus dans presque tous les pays d'Europe—nous pourrions dire partout où l'on a eu l'occasion d'en faire une étude approfondie.

A Cincinnati et à la Nouvelle-Orléans, des investigations ont été faites afin de voir s'il serait possible de se servir de coagulants pour faciliter la clarification de l'eau, en la traitant dans de vastes bassins de sédimentation avant de la faire passer par les filtres à sable. L'on constata que la chose était parfaitement possible, bien que la dépense que cela nécessitait fût beaucoup plus forte que celle que représentait l'emploi de filtres mécaniques, filtres qui seront décrits au long dans les pages suivantes.

L'on constata qu'il était nécessaire d'avoir un bassin de sédimentation d'une capacité égale au moins à un débit moyen de 18 heures; autrement une partie du précipité gélatineux resterait dans l'eau à mesure qu'elle pénétrerait dans les filtres à sable et obstruerait si souvent la couche de sable, directement à la surface, que la dépense à faire pour le nettoyage serait très considérable.

Comme l'eau de la rivière Ottawa, surtout lors de ses crues au printemps, accuse une coloration(causée par les matières végétales) beaucoup trop forte pour que des filtres à sable puissent la faire disparaître, nous avons préparé un état indiquant ce que coûterait approximativement l'adjonction d'un matériel de coagulation aux filtres à sable, y compris un bassin de sédimentation d'une capacité égale à un débit moyen de 18 heures pour le traitement préliminaire de l'eau avant sa filtration. Ce traitement ne sera pas nécessaire, naturellement, comme auxiliaire des filtres à sable par lesquels passera régulièrement l'eau du Saint-Laurent, pour la nouvelle prise d'eau projetée à environ 1,200 pieds de la rive, mais nous considérons qu'il serait indispensable pour purifier l'eau qui serait tirée de la prise d'eau actuelle ou de celle que l'on établirait près de la rive nord du fleuve.

Ce procédé de clarification est employé avec succès à Springfield, Mass., à Ferncliff et à Poughkeepsie, N.Y., à Washington, D.C., et à Indianapolis, Ind., et l'on se propose de l'adopter à l'usine de filtration du Croton (New-York) et à celle de Baltimore, Md.

Sans filtres à sable et avec la sédimentation seulement, l'on recourt à la coagulation pour clarifier et purifier l'eau en plusieurs endroits des Etats-Unis, notamment à Omaha, Neb., Leavenworth, Kan., Kansas City, Mo., St-Louis, Mo., et Nashville, Tenn.

La coagulation et la sédimentation dans des bassins contenant un débit moyen de 18 heures, constituent aussi un des caractères essentiels de l'usine de filtration destinée à purifier l'eau du Croton, comme nous l'avons déjà fait remarquer. L'objet de cette coagulation est de faire disparaître la coloration causée par les matières végétales, et l'on calcule que des coagulants seront employés pendant environ 8 mois, chaque année. Dans les Etats du Sud et de l'Ouest, où l'eau est constamment vaseuse, l'on se sert de coagulants sans interruption.

FILTRATION MÉCANIQUE.

La plupart des filtres, de ce côté-ci de l'Atlantique, sont du type " mécanique," Les filtres de ce genre sont quelquefois appelés " filtres à sable rapides." Ce type de filtre est plus applicable au traitement des eaux vaseuses et des eaux fortement colorées par les matières végétales que ne l'est le filtre à sable. Sa sphère d'utilité s'étend aussi à presque tous les genres d'eau, et on l'emploie avec avantage dans des cas particuliers ou le terrain coûte très cher ou lorsque la superficie de terrain disponible est limitée.

Les filtres mécaniques consistent en couches de sable de 30 à 36 pouces de profondeur, formées de grains d'une grosseur parfaitement uniforme et disposées en petites unités, généralement de moins de 1,000 pieds carrés chacune, à travers lesquelles l'eau passe avec une bien plus grande vitesse qu'elle ne le fait à travers les filtres à sable ordinaires. Le débit pour les filtres mécaniques est généralement d'environ 1.7 gallons impériaux par pied carré, par minute, ce qui correspond à une vitesse verticale d'environ 16 pieds par heure ou à peu près 104,000,000 de gallons impériaux par acre, par jour.

Ce type de filtre dépend beaucoup pour son efficacité du précipité gélatineux obtenu par la décomposition dans l'eau d'une petite quantité de sulfate d'alumine ou de fer (à peu près un grain par gallon). Le précipité d'hydrate d'alumine qui en résulte forme les pellicules gélatineuses nécessaire, pour que les bactéries soient retenues dans le filtre jusqu'à ce qu'elles soient éliminées plus tard par le procédé de nettoyage ou de lavage du sable.

Ce dernier procédé consiste à faire passer de l'eau filtrée à travers la couche de sable, par en-dessous, à une vitesse suffisante pour faire flotter les grains de sable de toute la couche et pour éliminer la plus grande partie des matières en suspens attachées aux grains de sable, la rapidité de mouvement voulue étant obtenue au moyen d'air comprimé sous basse pression ou à l'aide de rateaux tournants ou en imprimant une grande vitesse à l'eau de lavage qui est introduite.

L'on commença à se servir de filtres mécaniques, en Amérique, il y a environ 30 ans, principalement pour clarifier les eaux de certaines rivières approvisionnant les moulins à papier et dans d'autres établissements industriels. C'est à Somerville, N.J., en 1884, que l'on en fait usage pour la première fois pour purifier l'eau alimentant une municipalité. Pendant quelques années leur développement a été très lent, et ils ne sont devenus en vogue qu après que des études approfondies de leurs mérites au point

de vue chimique et biologique eurent été faites dans les villes ci-dessous mentionnées:

Ville	Date	Coût approximatif des investigations.
Providence, R. I.	1893–94	$ 5,000
Louisville, Ky.	1895–97	47,395
Pittsburg, Pa.	1897–98	36,286
Cincinnati, Ohio	1898–99	45,588
West Superior, Wis.	1898–99	2,000
Washington, D. C.	1899–00	8,000
Richmond, Va.	1900	2,000
Nouvelle-Orléans,Le.	1900–01	23,606
Philadelphie, Pe.	1900–05	172,000
Harrisburg, Pe.	1903–04	25,000
	Total..	$366,875

L'étude du procédé de coagulation et de filtration mécanique représente tout ou presque tout le travail qui a été fait dans ces endroits, sauf les expériences que l'on fit à Philadelphie, où les filtres mécaniques furent étudiés uniquement comme moyen préliminaire de clarifier une eau bourbeuse avant de la faire passer par des filtres à sable.

Des rapports élaborés ont été rédigés et publiés, indiquant les constations que l'on avait faites au cours de ces investigations et les conclusions auxquelles l'on en était arrivé. Les rapports publiés à Louisville, à Pittsburg et à Cincinnati attestent le succès obtenu dans la purification des eaux vaseuses du sud et de l'ouest tout comme les rapports de la Commission d'hygiène de l'Etat du Massachusetts montrent les excellents résultats que donna l'usage de filtres à sable pour le traitement des eaux relativement claires du littoral de l'Atlantique.

Il y a aujourd'hui approximativement 350 usines de filtration mécanique en usage, en Amérique, pour le traitement des eaux alimentant diverses municipalités. Ce chiffre ne comprend pas un grand nombre d'autres usines de filtration mécanique (dont quelques-unes sont très considérables) desservant des établissements industriels, des hôtels, des édifices à bureaux, des clubs, des buanderies, etc. Il y a à peu près 50 usines de filtration mécanique dans des villes ayant une population de 50,000 ou plus. Les filtres de ce type les mieux connus se trouvent à Little Falls, N.J., New-Milford, N.J., Watertown, N.Y., Binghamton, N.Y., York, Pe., Harrisburg, Pe., South Pittsburg, Pe., Youngstown, Ohio, Columbus, Ohio, Cincinnati, Ohio, Toledo, Ohio, Louisville, Ky., Birmingham, Ala., et la Nouvelle-Orléans, Louisiane.

Il y a 10 ans ou à peu près, les résultats des profondes investigations auxquelles l'on s'était livré dans les laboratoires faisaient prévoir que les filtres mécaniques ne tarderaient pas à devenir en vogue. Aujourd'hui, les statistiques démontrent que dans les villes pourvues de filtres mécaniques

modernes, bien construits et bien entretenus, il y a une réduction marqué dans le nombre des cas de maladies causées par l'eau—notamment la fièvre typhoïde—comme cela a été constaté lorsque des filtres à sable ont été introduits à Lawrence, Mass., à Albany, N.Y., etc. C'est ce que fait ressortir le tableau suivant:

PROPORTION DE LA MORTALITE CAUSEE PAR LA FIEVRE TYPHOIDE, PAR 100,000 DE LA POPULATION, DANS LES VILLES OU L'ON SE SERT DE FILTRES MECANIQUES.

Ville	Usine achevée	Ans en avant filt.	Moyenne après filt.	Proportion de la mortalité causée par la fièvre typhoide.	
				Avant filt.	Après filt.
Binghamton, N.Y.	1902	5	5	47	15
Cincinnati, Ohio.	1908	4	1	50	16
Columbus, Ohio.	1908	11	1	78	20
Paterson, N.J.	1902	5	7	32	10
Watertown, N.Y.	1904	5	5	100	38
York, Pe.	1899	2	8	76	22
Hoboken, N.J.	1905	7	4	19	14

FILTRATION DOUBLE OU MULTIPLE.

En Europe ainsi qu'en Amérique, il y a plusieurs endroits où, pour différentes raisons, l'on fait passer l'eau que l'on veut filtrer à travers plus d'un lit de sable. Dans la plupart des cas de ce genre, l'eau est filtrée deux fois, c'est-à-dire à travers un filtre préliminaire et ensuite à travers un filtre final. En certains endroits, notamment en France, l'eau est filtrée à travers plus de deux lits de sable. La plupart de ces filtres doubles ou multiples sont construits d'après le système Puech ou Puech-Chabal.

Une des premières usines de filtration double qui aient été établies est celle de Schiedam, Hollande, où l'on s'approvisionne d'eau dans la rivière Meuse, à une courte distance seulement en aval de l'endroit où se décharge l'égout de la ville de Rotterdam. Cette usine consiste en deux séries de filtres à sable ordinaires avec bassin de sédimentation, l'usage de coagulants étant indispensable vu l'état trouble de l'eau de la rivière. Une double filtration a été jugée nécessaire à cet endroit à cause de la forte contamination de la rivière.

A Zurich, Suisse, l'eau du lac est quelque peu trouble à certaines époques de l'année et contient des matières animales et végétales qui obstrueraient les filtres à sable ordinaires si elle n'était pas préalablement clarifiée. Un filtre mécanique rudimentaire a été établi il y a 12 ans pour la

clarification de l'eau du lac avant son traitement sur les filtres à sable du type ordinaire, et l'eau y passe avec une vitesse trois fois plus grande que celle à laquelle se fait généralement la filtration en Europe.

A Brême et à quelques autres endroits du nord de l'Allemagne, lors des crues de la rivière où l'on s'approvisionne d'eau lorsqu'il il y a un nombre relativement grand de bactéries dans l'eau de la rivière, les filtres à sable ordinaires sont souvent agencés de manière à assurer une double filtration. L'on arrive à cela par l'usage d'un type spécial de siphon inventé par Eugen Goetze, l'ingénieur en chef de l'aqueduc de Brême, et au moyen duquel l'eau filtrée est amenée du fond d'un filtre à la surface d'un filtre avoisinant, le niveau de l'eau sur ce dernier filtre étant tenu suffisamment au-dessous du niveau sur l'autre filtre pour que l'eau puisse passer à travers le premier filtre et par le tuyau de raccordement. Ce procédé a été employé afin de diminuer le nombre des bactéries dans l'eau filtrée après les crues, mais nous doutons que cette méthode soit encore suivie vu que depuis 5 ou 6 ans, l'on se sert de sulfate d'alumine à Brême pendant 3 ou 4 mois, chaque année.

A Paris et dans d'autres villes de France, l'on a adopté le système Puech, d'après lequel l'eau passe successivement à travers plusieurs couches de sable, avec facilités pour aération entre les lits successifs. Nous avons noté avec beaucoup d'intérêt les résultats obtenus à l'usine de filtration qui a été établie d'après ce système à Suresnes, dans la banlieue de Paris, où l'eau, qui est prise dans la Seine, en aval de l'endroit où se décharge le trop plein de l'égout collecteur, est filtrée à travers 7 lits de sable et de gravier de diverses dimensions.

A York et à quelques autres endroits en Angleterre, un filtre mécanique ordinaire, du genre de ceux qui se rencontrent fréquemment en Amérique, est employé pour la clarification préliminaire de l'eau de surface avant sa filtration dans des filtres à sable ordinaires. L'objet de la double filtration, dans ces cas-là, est de diminuer les frais de construction et d'exploitation.

En Amérique, il existe plusieurs méthodes différentes de filtration double, dont quelques-unes sont employées afin d'assurer une meilleure qualité d'eau filtrée aux endroits où la source d'approvisionnement est très contaminée, mais dans la plupart des cas l'on se sert de filtres préliminaires le long du littoral de l'Atlantique afin de clarifier les eaux qui sont plus ou moins troubles et qui paraissent tenir le millieu entre les eaux claires des Etats du Nord-est et les eaux très vaseuses du sud et de l'ouest, ces dernières exigeant qu'on les traite constamment par des coagulants

Les premiers filtres préliminaires qui aient été établies en Amérique étaient du type Maignen, souvent appelés " scrubbers." Ces filtres préliminaires étaient généralement agencés pour que la filtration se fit de bas en haut, l'eau passant tout d'abord à travers des couches de coke et ensuite à travers une couche d'éponges comprimées. La filtration préliminaire de l'eau, par ce procédé, se fait à l'usine de filtration de Lower Roxborough, dans la ville de Philadelphie, à Lancaster, Pe., et à Wilmington, Dela. Le traitement final est effectué à travers des filtres à sable du type ordinaire, mais l'eau passe à une vitesse deux fois plus grande qu'elle ne le fait lorsqu'il iy a

absence de ce traitement préliminaire. L'on a quelque difficulté à nettoyer les éponges et à assurer un débit uniforme à travers les couches d'éponges comprimées, ce qui porte à croire qu'en pratique l'utilité de ces filtres est moindre que ne l'indiquaient les investigations préléminaires qui ont été faites avec beaucoup de soin pendant quelques mois, en 1901-02.

Les usines de purification d'eau à Philadelphie ont toutes été pourvues de filtres préliminaires, substantiellement équivalents à des filtres mécaniques, dans lesquels aucun coagulant n'est employé, et de filtres à sable ordinaires recevant l'eau une fois qu'elle a été clarifiée, l'eau passant dans ces filtres finals à une vitesse deux fois plus grande que la vitesse ordinaire.

Au cours de l'inspection qui a été faite à Philadelphie par M. Janin et M. Fuller, il a été constaté que les filtres préliminaires permettent d'effectuer, dans la filtration finale de l'eau par le sable, une économie qui fait plus que compenser les frais de construction et d'entretien de ces filtres. Les installations qui ont été faites aux stations de filtration de Torresdale et de Queen Lane, à Philadelphie, ressemblent beaucoup, en ce qui concerne le filtre préliminaire, à celles qui existent depuis quelque temps à l'usine de filtration par sable d'Albany, N.Y.

Le système suivi à Philadelphie pour la filtration de l'eau aux stations de Torresdale et de Queen Lane, a été adopté uar la ville de Steelton, Pe., sauf que dans cette ville le filtre préliminaire est construit d'une manière plus rudimentaire qu'à Philadelphie. A cause de l'état très trouble, à certaines époques, de la rivière Susquehanna, où l'on s'approvisionne d'eau, à l'usine de filtration de Steelton, l'eau est tout d'abord traitée avec un coagulant, de sorte qu'elle est bien clarifiée lorsqu'elle arrive dans les filtres à sable finals.

Il y a plusieurs autres cas de double filtration en Amérique, mais les usines sont peu considérables et ne valent peut-être pas la peine d'être mentionnées, sauf l'usine de filtration mécanique de New Castle, Pe., qui purifie l'eau de la petite rivière Shenango, qui est fortement contaminée. En 1903, nous avons recommandée que les installations à cette usine fussent réagencées de manière qu'à l'époque ou l'eau est basse, alors que la contamination prend une forme très concentrée dans la rivière l'eau pût être passée à travers la moitié des filtres mécaniques puis coagulée de nouveau et pompée sur l'autre moitié des filtres. Cela a donné des résultats satisfaisants comme traitement pendant la saison d'été.

A la station expérimentale de la Commission d'hygiène de l'Etat du Massachusetts, située à Lawrence, d'intéressantes comparaisons ont été faites sur de petits filtres, et, comme il est dit aux pages 249–54 du rapport pour l'année 1907, l'élimination des bactéries par la méthode de double filtration était un peu plus complète que par la méthode de filtration simple, et la quantité d'eau filtrée par le système de double filtration était à peu près deux fois plus considérable que celle filtrée par le procédé de filtration simple.

Nous avons examiné les mérites de la double filtration avec beaucoup de soin et d'attention afin de permettre à la ville de Montréal d'adopter

un système aussi flexible que possible sans augmentation du coût total de l'eau filtrée et de faire le choix plus tard, entre l'eau du St-Laurent à la prise d'eau au large et l'eau de la rivière Ottawa près de la rive ou de combiner les deux, suivant qu'on le jugerait plus avantageux pour les consommateurs d'eau. Sans augmenter les frais de filtration, nous constatons, comme le démontrent les expériences faites à Lawrence, que de meilleures résultats sont obtenus avec une filtration double qu'avec une filtration simple.

Dans le projet de filtration double qui est décrit plus loin, avec indication des frais approximatifs de construction et d'entretien, nous avons tablé sur des filtres mécaniques ordinaires, sans l'usage d'un coagulant pour le traitement de l'eau du St-Laurent; l'eau, après avoir passé par les filtres mécaniques, serait traité par des filtres à sable ordinaires et le débit serait d'environ 8.3 millions de gallons impériaux par acre, par jour, comme il a été recommandée pour l'aqueduc du Croton en 1908.

FILTRES NON SUBMERGÉS.

Ces filtres diffèrent beaucoup des filtres à sable ordinaires ou des filtres submergés, où le débit est réglé par une soupape au bout du tuyau de décharge qui se trouve au fond et où la couche de sable est tenue inondée d'eau. Avec le filtre non submergé, au contraire, le débit n'est pas réglé, les pores du sable ne sont pas tenues inondées d'eau et il n'y a pas d'eau qui reste régulièrement au-dessus de la surface du lit de sable. L'eau passe dans le filtre, à une vitesse fixée d'avance, par une série de perforations dans un système de tuyaux installés au-dessus de la surface de la couche de sable. Plus haut que le filtre, se trouve un réservoir d'eau non traitée, le fond du dit réservoir étant à plusieurs pieds au-dessus du sommet du dit lit de sable. Il y a à peu près deux jets d'eau par chaque pied carré de la surface du filtre. L'eau descend par gravitation du réservoir et se distribue en jets sur la surface du sable d'une manière qui ressemble beaucoup au jeu d'un filtre à aspersion moderne pour la purification des eaux d'égout.

Ce type de filtre non submergé a été imaginé à la suite des investigations faites par les docteurs Miquel et Mouchet, directeur et sous-directeur, respectivement, du laboratoire bactériologique de la ville de Paris, France, et M. Léon Janet, ingénieur attaché au service des eaux de Paris. Ces messieurs firent des expériences pendant deux ans à partir de 1905, et l'on prétend que pour certains types d'eau cette méthode de filtration élimine une plus grande quantité de matières organiques et de bactéries, notamment de B. coli, que ne le fait le filtre à sable submergé ordinaire. Des investigations ont aussi été faites à Rouen, à Paris et à d'autres endroits.

En pratique, ce genre de filtre paraît avoir été employé seulement par la ville de Chateaudun pour purifier une eau contaminée provenant de sources souterraines. Le filtre qu'il y a dans cette ville a une superficie de 250 mètres carrés ou 2,690 pieds carrés, et sa capacité est de 800 mètres cubes ou 175,000 gallons impériaux par 24 heures, bien que son débit ait été quelquefois, parait-il de 50% de plus que cela. Ce filtre a été établi il y a

environ deux ans et n'a jamais été nettoyé, et il donne des résultats satisfaisants quant à l'élimination des bactries, des matières organiques, des saveurs et des odeurs. Des filtres non submergés ont aussi été installés danns diverses casernes par le ministère de la Guerre de France.

Les brochures que nous avons fait venir récemment de Paris et où est donné le résultat des investigations qui ont été faites là et ailleurs sur ce type de filtre nous portent à croire que les filtres non submergés ont peut-être un grand mérite pour la purification des eaux de certains types, particulièrement de celles qui sont fortement contaminées et chargées de matières organiques ou de fer, par rapport à l'oxygène contenu naturellement dans l'eau non filtrée. Nous ne saurions dire jusqu'à quel point sa supériorité serait démontrée dans le traitement d'une eau claire et pure comme celle du fleuve St-Laurent à l'endroit où l'on se propose d'établir la prise d'eau. D'ailleurs, les expériences qui ont été faites à la station expérimentale de la Commission d'hygiène de l'Etat du Massachusetts, située à Lawrence, et qui couvrent une longue période de temps tendent à indiquer que les filtres à action intermittente ne présentent aucun avantage appréciable sur les filtres à action ininterrompue pourvu qu'il y ait de l'oxygène présent en tout temps et partout dans ces derniers filtres. Voir rapport de la Commission d'hygiène de l'Etat du Massachusetts, 1890, partie 11, sur l'approvisionnement d'eau et les eaux d'égout, p. 734; et aussi le rapport de cette même Commission, qui se trouve aux pages 641-53.

Nous ne croyons pas devoir recommander, pour le moment, que le type de filtre non submergé soit adopté pour la ville de Montréal, d'abord parce que nous croyons fermement qu'à l'endroit, au large, où la prise d'eau doit être établie il y a suffisance d'oxygène par rapport à la quantité de matières organiques présentes, ensuite parce que nous sommes d'opinion qu'il serait difficile, pendant les hivers rigoureux que l'on a à Montréal, d'assurer l'aération de l'eau sans des complications provenant de la congélation, enfin parce que cette méthode diffère trop de celles qui sont généralement employées de ce côté-ci de l'Atlantique, d'autant plus que nous n'avons pas eu l'occasion de faire, sur place et dans des conditions identiques, une étude approfondie des mérites respectifs du filtre non submergé et du filtre à sable submergé.

HYPOCHLORITE DE CHAUX.

Un procédé très efficace pour éliminer les bactéries nuisibles et qui a été employé avec succès en ces dernières années consiste à mettre dans l'eau de petites quantités d'hyopchlorite de chaux ou d'hypochlorite de soude. Ces sels sont essentiellement des agents oxydants et dégagent de l'oxygène à l'état naissant avec une telle énergie qu'on peut les comparer à l'ozone en ce qui concerne leur intensité d'action.

Comme cette méthode de stérilisation pratique est aujourd'hui employée pour le traitement de l'eau alimentant Montréal et aussi de l'eau fournie par la " Montreal & Water Power Company," nous allons en donner une description détaillée.

L'usage d'hypochlorites pour la destruction des germes morbides n'est pas nouveau. Le fait est que l'on s'en sert depuis 15 ou 18 ans pour

éliminer l'effet de la contamination, par les eaux d'égout, de certains tributaires du lac Croton, qui constituent actuellement la principale source d'approvisionnement d'eau pour la ville de New-York. Ces sels sont surtout employés, cependant, pour stériliser des eaux d'égout, principalement en Allemagne, où ils ont été l'objet d'études approfondies à partir du moment ou éclata l'épidémie de choléra à Hambourg, en 1892. L'on s'en est aussi servi en plusieurs endroits de l'Europe et de l'Asie, dans des cas d'épidémie, pour traiter l'eau qui était supposée contenir les germes de la fièvre typhoïde ou d'une autre maladie intestinale semblable.

Au cours de ces deux dernières années, la nature de ce mode de traitement de l'eau et les résultats qu'il donne, avec ou sans filtration, ont été parfaitement déterminés.

L'hypochlorite de chaux est connu commercialement sous le nom de chlorure de chaux ou poudre décolorante. C'est un sel de calcium composé, contenant des proportions équivalentes de chlorure de calcium et d'hypochlorite de calcium. Lorsqu'on le fait dissoudre dans l'eau, les sels dont il se compose se séparent en même temps qu'apparaissent les impuretés qu'il renferme, consistant principalement en chaux vive. Des deux corps constituants du produit commercial, le chlorure de chaux reste inerte et ineffectif lorsqu'on l'applique à une eau naturelle et ne fait qu'augmenter légèrement la crudité de l'eau traitée. C'est l'hypochlorite de calcium qui possède l'oxygène atomique, qui seul sert d'agent oxydant et stérilisateur. L'acide carbonique libre qui est naturellement présent dans presque toutes les eaux se combine avec l'hypochlorite de calcium et il se forme du carbonate de calcium et de l'oxychlorure d'hydrogène, que les chimistes appellent généralement " acide hypochloreux." Ce composé est un acide extrêmement inerte, mais c'est un agent oxydant très puissant. En présence de matières organiques, il est très instable et dégage promptement son oxygène sous forme d'un gaz que l'on appelait autrefois " oxygène naissant " et qui a une grande énergie comme agent oxydant. Ce composé n'est pas un poison, et lorsqu'il est décomposé par les matières organiques, le chlore qu'il contient se combine avec les alcalis de l'eau et forme du chlorure de calcium. Il ne se rencontre pas de chlore libre lorsque ce procédé de purification de l'eau est judicieusement appliqué.

Cette méthode de traitement de l'eau est en usage depuis l'automne de 1908 à l'usine du réservoir de Boonton, qui alimente la ville de Jersey, N.J., et à l'usine de filtration de l'Union Stock Yards à Chicago, Ill. A ces deux usines, la praticabilité de son emploi a été étudiée à fond à tous les points de vue, particulièrement dans le cas de l'usine de purification de Boonton, qui a été l'objet d'un litige lorsque l'on se proposa d'adopter ce procédé au lieu de construire des systèmes d'égouts et d'établir des usines d'épuration dans plusieurs villages situés sur les cours d'eau alimentant le réservoir de Boonton.

Après avoir entendu un grand nombre de témoins (dont les dépositions couvraient à peu près 3,000 pages), dans l'affaire Boonton, l'honorable William-J. McGee, ex-chancelier de l'Etat de New-York, qui avait agi comme juge dans cette affaire, rendit sa décision dans les termes suivants:

" D'après la preuve qui a été faite devant moi, je suis d'opinion que c'est là un procédé effectif, qui détruit dans l'eau les germes dont la présence est dangereuse, notamment les germes pathogéniques, l'eau, après avoir été ainsi traitée, présentant un degré de pureté qui dépasse de beau-

coup celui qu'offrent les eaux alimentant les autres municipalités. Il a été démontré que la réduction et l'élimination pratique de ces germes dans l'eau sont continues.

" D'après les faits qui ont été établis devant moi, je constate aussi que la solution décrite ne laisse aucune substance délétère dans l'eau. Elle augmente, il est vrai, la crudité de l'eau, mais si peu qu'il ne vaut pas la peine d'en parler.

" Je suis par conséquent d'opinion que ce procédé est de nature à rendre l'eau fournie à la ville de Jersey pure et saine et tend à éliminer de l'eau les germes dangereux qui sont supposés y exister à certaines époques de l'année."

Aujourd'hui, cette méthode de traitement de l'eau est en usage dans 75 ou 100 endroits en Amérique, notamment à Montréal, Toronto, Ont., Milwaukee, Wis., Minnéapolis, Minn., Omaha, Neb., Coucil Bluffs, Iowa, Indianapolis, Ind., Nashville, Tenn., Cincinnati, Ohio, Columbus, Ohio, Pittsburg, Pa., Harrisburg, Pe., Philadelphie, Pa., et dans plusieurs autres villes importantes.

Ce procédé ne réussit qu'en autant que l'hypochlorite de chaux est appliqué à l'eau en quantité suffisante pour qu'il puisse se combiner avec les matières organiques et les autres substances qui sont facilement oxydables et en même temps oxyder les matières organiques vivantes, particulièrement les bactéries d'origine intestinale. Il est nécessaire d'apporter beaucoup de soin et d'attention dans le fonctionnement du procédé, car s'il faut qu'il y ait assez d'hypochlorite de chaux, il ne faut pas, d'un autre côté, qu'il y en ait trop. Les expériences faites à plusieurs endroits démontrent que l'on peut, par cette méthode, détruire les bactéries nocives en tout temps sans rendre l'eau nullement nuisible à la santé.

Si nous ne nous trompons, ce mode de traitement coûte, pour l'eau alimentant Montréal, de $13 à $14 par jour, soit à peu près $0.36 par million de gallons impériaux. Bien que ce traitement ne puisse remplacer la filtration en ce qui concerne l'élimination des éléments qui troublent l'eau, de la coloration, des saveurs ou des odeurs, nous considérons que c'est un précieux auxiliaire à la filtration, qui permet d'augmenter les taux de filtration avec plus de confiance et plus de sûreté qu'on ne pourrait le faire autrement. Nous croyons qu'il serait sage de continuer à employer à l'avenir cette méthode de stérilisation et d'oxydation, comme cela se fait dans la majorité des cas aux usines de filtration qui ont été établies ailleurs et dans lesquelles nous sommes intéressés.

L'hypochlorite de soude obtenu par la décomposition électrolytique du sel ordinaire peut être employé au lieu et place de l'hypochlorite de chaux. En se décomposant dans l'eau, ce sel forme de l'hypochlorite de sodium au lieu d'hypochlorite de calcium, mais les produits finals sont l'acide hypochloreux et l'oxygène dans l'un et l'autre cas.

Il y a sur le marché plusieurs cellules électrolytiques avec lesquelles l'on peut produire de l'hypochlorite de soude, et à Boonton, N.J., l'on a constaté que lorsqu'une force motrice peut être produite par l'eau venant du réservoir d'un aqueduc, sans frais additionnels, il n'y a guère de différence dans les dépenses que l'agent oxydant soit tiré d'un hypochlorite de chaux commercial de haute qualité ou qu'il soit obtenu par la décomposition électrolytique de sel ordinaire

L'on est à faire d'importantes améliorations à cet égard, et la ville de Cincinnati doit, paraît-il, installer prochainement une usine de stérilisation où le sel sera décomposé pour former de l'hypochlorite de soude. L'énergie électrique sera engendrée par la force hydraulique produite par l'écoulement de l'eau entre les bassins de sédimentation et l'usine de filtration. Il n'y a pas de doute qu'avec la force hydraulique disponible à Montréal, ce mode de traitement de l'eau sera jugé praticable et avantageux, plus tard comme adjonction à l'usine de filtration projetée.

TRAITEMENT A L'OZONE.

L'ozone est une forme modifiée d'oxygène et constitue un puissant agent oxydant, au moyen duquel l'on détruit les matières organiques, notamment les cellules bactériques vivantes. Il se rencontre en plus ou moins grande quantité dans la nature, particulièrement après les tempêtes accompagnées de tonnerre, et il est manufacturé pour le commerce à l'aide d'électricité déchargée dans l'atmosphère à un très haut voltage. Dans ces 15 dernières années, l'ozonisation a attiré partout l'attention comme moyen possible de purifier l'eau.

Nous avons suivi les développements du procédé d'ozonisation depuis son introduction et nous en avons fait une étude spéciale en Europe, particulièrement à Paris en 1900, 1905, 1906, 1908 et 1910.

Il y a dix ans, ce procédé était considéré comme pouvant stériliser une eau qui était à peu près libre de matières organiques facilement oxydables, moyennant une dépense de $5 à $6 par million de gallons impériaux. Il n'y a pas de doute que l'ozone peut, dans certaines conditions déterminées, détruire les bactéries. Il y divergence d'opinion quant au degré de concentration de l'ozone qui doit être présent dans l'air ozonisé qu'il s'agit de mêler intimement avec l'eau à traiter. Les frais du traitement à l'ozone semblent augmenter sensiblement avec l'augmentation dans la concentration de l'ozone dans l'air ozonisé.

Des perfectionnements marqués ont été récemment apportés aux ozoniseurs, tendant à rendre leur emploi moins coûteux et à assurer la régularité dans leur fonctionnement. Des investigations relativement à l'usage de l'ozone ont été faites au réservoir du parc Jérome dans la ville de New-York, en 1907–8, mais le résultat de ces investigations a été peu satisfaisant, à cause de l'irrégularité avec laquelle les ozoniseurs fonctionnaient et aussi à cause de la dépense exorbitante que nécessitait ce mode de traitement.

En Europe, ce procédé a pris, relativement parlant, peu de développement. Les usines de stérilisation où l'on se sert d'ozone et en service régulier, sont pratiquement limitées à la petite ville de Paderborn, dans la Westphalie. Nous avons aussi vu une petite usine en opération à Breda, un petit village de la Hollande. Il y a à Wiesbaden, en Allemagne, une autre usine, qui est tenue en réserve pour le traitement, au besoin, de l'eau de certains puits près du Rhin, qui contiennent de l'eau contaminée et dont on ne se sert pas régulièrement.

Bien que de minutieuses investigations aient été faites à divers endroits, en Europe, sur l'emploi de l'ozone, la méthode d'ozonisation n'est, à proprement parler, appliquée que dans les localités sus-mentionnées et à St-Maur, un des faubourgs de Paris, où se trouve une usine de filtration à sable d'où, après traitement à l'ozone, une partie de l'eau alimentant la ville est tirée. Cette eau provient de la Marne, un tributaire de la Seine. Depuis 12 ans, St-Maur a été le théâtre d'investigations presque ininterrompues quant à l'utilisation de l'ozone pour le traitenmet de l'eau alimentant Paris. L'on se propose d'employer le procédé d'ozonisation comme auxiliaire des filtres préliminaires ou filtre du type Puech-Chabal. Ces filtres préliminaires sont destinés à agir simplement comme clarificateurs et c'est sur l'ozone que l'on compte pour éliminer les bactéries.

Il y a un an ou deux, l'on décida d'établir à St-Maur une usine d'ozonisation d'une capacité de 20 millions de gallons impériaux par jour. Les plans de cette usine, avec division égale de l'entreprise entre les systèmes De Frise et Otto, ont été approuvés par le ministre de l'Intérieur et par le Conseil Supérieur de l'Hygiène Publique, mais ils n'ont pas été ratifiés par le conseil municipal—c'est-à-dire qu'aucun contrat n'a encore été passé pour la construction de l'usine en question. A l'heure qu'il est, l'aqueduc de St-Maur est temporairement hors de service à cause des dommages qu'il a subis lors de la récente inondation, mais on est à le réparer. Il est entendu que d'autres expériences seront faites à St-Maur d'après le système d'ozonisation Gérard, et si ce système donne satisfaction, l'entreprise de la construction de l'usine de 20 millions de gallons sera divisée également entre les trois compagnies.

Les frais de construction d'une usine d'ozonisation à Paris varie, suivant les différents systèmes, de $6,000 à $15,000 par million de gallons, par jour. Les dépenses d'exploitation sont approximativement de $6 à $7 par million de gallons, ces chiffres ayant été pris dans un rapport préparé par M. Colmet-Daage, ingénieur de la ville de Paris. Il n'y a pas de doute que les autorités de Paris sont déterminées à avoir la meilleure eau qui puisse être obtenue des rivières locales, indépendamment de l'eau que l'on pourra faire venir d'une certaine distance par gravitation, et qu'il y a eu des progrès marqués quant à l'usage de l'ozone comme adjonction à la filtration.

Si nous comparons l'ozonisation avec la décomposition électrolytique du sel pour obtenir de l'hypochlorite de soude ou avec le traitement à l'hypochlorite de chaux, au double point de vue de l'efficacité et de la dépense, nous ne voyons aucune raison(sans rien dire de l'irrégularité dans le fonctionnement des ozoniseurs) pour recommander, pour le moment, le traitement à l'ozone. Nous avons fait un rapport formel dans ce sens à la Commission de l'Aqueduc de Niagara Falls, N.Y., au mois de février dernier. Nous mentionnons cela afin de bien faire voir que nous jugeons cela inutile dans une localité où l'énergie électrique peut être obtenue en abondance à des prix qui ne peuvent être guère plus bas nulle part ailleurs.

Au cours des investigations que nous avons faites afin de pouvoir déterminer quel serait le meilleur système à adopter pour Montréal, nous avons visité avec M. Janin les ozoniseurs à Lindsay, Ont., et à Ann Arbor, Mich. Nous considérons que ce sont des installations intéressantes, qui démontrent que des ozoniseurs peuvent être construits et exploités avec des interruptions moins fréquentes que nous n'avions été portés à le croire

après les observations que nous avions faites, il y a 3 ans, au réservoir du parc Jérome, dans la ville de New-York. Des ozoniseurs sont aujourd'hui employés dans les villes sus-mentinnées comme auxiliaires de filtres qui sont très rudimentaires et peu coûteux. A Lindsay, les autorités du Conseil Provincial d'Hygiène d'Ontario condamnèrent énergiquement, dans un rapport en date du 8 février 1910, l'usage de l'ozone comme agent de stérilisation. Elles prétendirent que ce gaz était ineffectif et attribuèrent le succès des opérations à l'excellence du système de filtration suivi, l'ozone n'y étant pour rien. A Ann Arbor, les bactéries sont, paraît-il, éliminés d'une manière plus complète qu'à Lindsay, mais les rapports n'ont pas encore été rendus publics. A ces deux endroits, l'ozone ne donne aucun indice tendant à démontrer qu'il peut faire disparaître la coloration de l'eau causée par les matières végétales. A Ann Arbor, l'eau finalement traitée était fortement colorée, malgré que l'on mette une légère quantité de sulfate d'alumine dans l'eau non filtrée. Notre expérience quant à l'usage d'agents oxydants nous porte à croire que l'ozone ne donnera jamais de bons résultats, comme agent décolorant, si l'on ne veut pas dépasser le chiffre d'une dépense raisonnable.

Bien que nous soyons vivement intéressés dans le développement du procédé d'ozonisation, nous n'avons aucune hésitation à dire que ce procédé n'a pas encore atteint le degré de perfection qui pourrait justifier une ville de l'importance de Montréal à l'adopter dans les conditions actuelles.

VI

SYSTÈME DE FILTRATION CONVENANT LE MIEUX POUR L'EAU ALIMENTANT MONTREAL.

Nous avons calculé avec soin ce que coûterait la construction et l'entretien de filtres à sables ordinaire, de filtres mécaniques et de filtres doubles pour traiter l'eau du St-Laurent qui serait prise au large, à l'endroit proposé, pour traiter l'eau riveraine et pour traiter un mélange de ces deux eaux en proportions à peu près égales.

Ces projets ont été particulièrement étudiés au point de vue de la nature des différentes eaux à traiter, suivant les expériences pratiques qui ont été faites ailleurs, et aussi au point de vue de l'emplacement le plus favorable à choisir pour l'usine de filtration par rapport aux autres parties des installations de l'aqueduc existant actuellement.

Il n'y a nullement matière à discussion quant au meilleur emplacement possible pour l'usine de filtration, indépendamment de la méthode qui serait jugée la plus avantageuse. Dans tous les cas, l'emplacement le plus favorable pour les filtres serait du côté sud de l'extrémité inférieure de l'aqueduc agrandi et à une courte distance de la station de pompes du bas niveau, au pied de l'avenue Atwater.

Il y a plusieurs installations qui sont communes à toutes les méthodes de filtration, comme, par exemple, un réservoir d'eau filtrée où de l'eau filtrée est temporairement emmagasinée pour compenser les variations d'heure en heure dans le débit des pompes. D'après nos plans, ce réservoir

serait en maçonnerie et couvert, et aurait une capacité équivalente à une consommation moyenne d'environ 3 heures pour la première installation de filtres, en prenant comme base, comme dans le cas de tous les systèmes de filtration, une usine pouvant purifier 50 millions de gallons impériaux d'eau par jour.

Quant à l'étendue de terrain nécessaire pour l'usine de filtration, la chose est discutée brièvement sous un titre séparé. Conformément à vos instructions, nous avons pourvu à l'établissement d'une usine de filtration qui pourrait être agrandie, au besoin, par des unités additionnelles jusqu'au degré de capacité requis au fur et à mesure du développement de la ville, et nous avons, suivant votre suggestion, indiqué la superficie de terrain nécessaire pour une usine pouvant donner un rendement de 150 millions de gallons impériaux par jour—soit une installation à peu près trois fois plus considérable que celle dont on a besoin dans le moment—indépendamment de l'eau fournie par la " Montreal Water & Power Company."

Nos états estimatifs comprennent l'établissement de pompes à basse pression, qui seraient nécessaires pour élever l'eau de la conduite fermée actuelle et la distribuer dans les filtres, et tout a été arrangé de manière que ces derniers, quelle que soit la méthode de filtration que l'on adopte, puissent être construits, avec leurs dépendances, d'une manière économique et avantageuse.

Les états estimatifs pourvoient à toutes les installations nécessaires pour élever l'eau de la conduite, la purifier et la conduire au nouveau pavillon des roues projeté. Nous n'avons pas du tout examiné la question de l'emploi de nouvelles pompes à haute pression pour amener l'eau dans les réservoirs McTavish. C'est là un problème qui devra être étudié séparément et indépendamment de tout le reste, et lorsqu'on l'abordera, l'on devrait faire en sorte que ces pompes reçoivent l'eau filtrée, par gravitation, du réservoir d'eau pure et aussi de manière qu'une fois que les filtres et le réservoir auront été économiquement et avantageusement construits sur le terrain disponible, une série de pompes à basse pression soit suffisante pour conduire l'eau à l'usine de filtration et de là, par gravitation, aux pompes à haute pression.

FILTRES A SABLE ORDINAIRES.

Pour une usine de filtration ordinaire pouvant fournir 50 millions de gallons impériaux par jour, nous avons inclus dans nos états estimatifs des dépenses 11 acres de filtres à sable contenant une profondeur moyenne de 3 pieds de sable. Ces filtres seraient recouverts d'une voûte ou couverture convenablement supportée et arrangée de manière à permettre le fonctionnement d'une machine à laver le sable, comme celle que MM. Janin et Fuller ont vue en opération à Wilmington, Del., et qui a été aussi l'objet d'une étude spéciale lors des investigations qui ont été faites, il y a 2 ou 3 ans, au réservoir du parc Jérome, dans la ville de New-York. Sauf en ce qui concerne le genre de couverture et le mode de nettoyage du sable, ces filtres seraient semblables, dans leurs caractères essentiels, à ceux de

l'usine que l'on est actuellement à construire dans la ville de Toronto pour la purification de l'eau du lac Ontario.

Voici ce que coûteraient ces filtres:

ETAT ESTIMATIF DES FRAIS DE CONSTRUCTION D'UNE USINE DE FILTRATION A SABLE ORDINAIRE, AYANT UNE CAPACITE DE 50 MILLIONS DE GALLONS IMPERIAUX PAR JOUR.

Pompes à basse pression (installation complète	$ 102,000
Filtres à sable, 11 acres, y compris installation pour la stérilisation	1,115,000
Bureau et laboratoire.....	25,000
Réservoir d'eau filtrée.....	105,000
Tuyaux reliant ensemble la conduite, la station de pompes et les filtres	75,000
Drains, conduites, chemins, trottoirs, chauffage et éclairage....	50,000
	$1,472,000
Dépenses casuelles et honoraires d'ingénieur, 15 %.....	220,800
Total, non compris le terrain.....	$1,692,800

Les filtres à sable, comme nous l'avons déjà fait remarquer, n'éliminent que 20 à 30 pour cent de la coloration causée par les matières végétales, et bien que nous considérions qu'ils pourraient être employés avec succès pour l'eau qui serait prise au large, à l'endroit proposé, nous sommes convaincus qu'ils ne donneraient pas une eau limpide, d'apparence attrayante, si la source d'approvisionnement se trouvait sur la rive, près de la prise d'eau actuelle. Nous ne saurions dire d'une manière certaine s'il serait nécessaire de faire passer par les filtres à sable l'eau autre que celle qui proviendrait du large. Tout tend à indiquer qu'il se rencontrerait peu ou point de frazil au caisson de la prise d'eau au large. Dans le cas, cependant, où il serait nécessaire de purifier l'eau riveraine avec des filtres à sable, il faudrait, comme traitement préliminaire, mettre un coagulant dans cette eau pour la décolorer et enlever ensuite les masses coagulées avant qu'elle atteigne les lits de sable. Nous avons supposé que cela pourrait se faire par la construction de bassins de sédimentation ayant une capacité équivalente à un débit moyen d'environ 18 heures. Les masses coagulées pourraient aussi être enlevées au moyen d'une double filtration, et des chiffres sont donnés séparément à ce sujet dans les états estimatifs ci-dessous. Un bassin de coagulation, comme celui dont la construction a été recommandée pour l'aqueduc de Croton, qui dessert la ville de New-York, coûterait environ $783,150, en sus de la somme mentionnée dans le tableau ci-dessus.

Des états estimatifs des frais d'exploitation de filtres à sable ordinaires, y compris le pompage à basse pression, mais non le pompage à haute pression, pour l'eau du St-Laurent prise au large, pour l'eau riveraine et pour un mélange égal de ces deux eaux, sont donnés plus bas. Ces états estimatifs comprennent aussi les charges fixes sur le compte du capital, savoir l'intérêt à 4.5% et un fonds d'amortissement de 1.78%, avec intérêt sur les sommes versées au fonds d'amortissement à 4.5%, soit un total de 6.28% par année.

ETAT ESTIMATIF DES FRAIS ANNUELS D'EXPLOITATION D'UNE USINE DE FILTRATION A SABLE ORDINAIRE, AYANT UNE CAPACITE DE 50 MILLIONS DE GALLONS IMPERIAUX PAR JOUR.

Avec l'eau du St-Laurent:

Charges fixes sur le compte du capital, 6.28% sur $1,692,800	$106,300
Employés attachés au bureau et au laboratiore, 5 hommes	7,000
Employés attachés à l'usine, 10 hommes	8,300
Chauffage, éclairage et force motrice	4,400
Fournitures, réparations et renouvellements	9,000
Pompage, hommes de service et fournitures	3,300
Hypochlorite de chaux	2,200
Total	140,500

Avec l'eau riveraine:

Total, comme ci-dessus	$140,500
Charges fixes sur le compte du capital 6.28% sur frais additionnels de construction ($783,150)	49,200
Employés additionnels attachés à l'usine, 5 hommes.....	3,900
Coagulant, 1.25 grain par gallon impérial	60,900
Total	$254,500

Avec un mélange de parties égales d'eau du St-Laurent et d'eau riveraine:

Total, comme ci-dessus	$140,500
Charges fixes sur le compte du capital, 6.28% sur frais additionnels de construction ($783,150)	49,200
Employés additionnels attachés à l'usine, 5 hommes.....	3,900
Coagulant, 0.9 de grain par gallon impérial.....	43,800
Total	$237,400

FILTRES MECANIQUES

Des filtres mécaniques pourraient purifier n'importe laquelle des eaux locales, mais ils exigeraient l'usage de différentes quantités de coagulants dans le cas de chacune des eaux dont il est question. De plus grandes quantités seraient, naturellement, nécessaires pour l'eau riveraine fortement colorée que pour l'eau relativement limpide et incolore qui serait prise au large.

Les états estimatifs des frais de construction données ci-dessous comprennent une chambre de réaction d'une capacité équivalente à un débit moyen d'environ 40 minutes, des bassins de sédimentation d'une contenance équivalente à un débit moyen d'a peu près 2.5 heures et des filtres donnant un rendement normal de 1.67 gallon impérial par pied carré, par minute. C'est là la méthode de filtration suivie avec succès à Little Falls, N.J., New Milford, N.J., Harrisburg, Pe., Columbus, Ohio., Cincinnati, Ohio, Toledo, Ohio, Louisville, Ky., Nouvelle-Orléans, Louisiane, etc.

Un état estimatif des frais d'exploitation d'une usine de ce genre pour chacune des eaux dont il est question dans ce rapport suit l'état estimatif des frais de construction.

ETAT ESTIMATIF DES FRAIS DE CONSTRUCTION D'UNE USINE DE FILTRATION MECANIQUE, AYANT UNE CAPACITE DE 50 MILLIONS DE GALLONS IMPERIAUX PAR JOUR.

Station de pompes à basse pression (installation complète). ..	$102,000
Bassin de sédimentation et chambre de réaction	155,000
Bâtiment pour régulateurs d'étiage, magasin pour fournitures et outillage.....	80,000
Filtres et bâtiment pour les contenir	300,000
Service de distribution d'eau pour fins de lavage	25,000
Bureau et laboratoire	25,000
Réservoir d'eau filtrée	105,000
Tuyaux reliant ensemble la conduite, la station de pompes et les filtres	75,000
Drains, conduites, chemins, trottoirs, chauffage et éclairage..	50,000
	$917,000
Dépenses casuelles et honoraires d'ingénieur, 15%	137,500
Total, non compris le terrain.....	$1,054,550

ETAT ESTIMATIF DES FRAIS ANNUELS D'EXPLOITATION D'UNE USINE DE FILTRATION MECANIQUE, D'UNE CAPACITE DE 50 MILLIONS DE GALLONS IMPERIAUX PAR JOUR.

Avec l'eau du St-Laurent:	
Charges fixes sur le compte du capital, 6.28% sur $1,054,550	$ 66,200
Employés attachés au bureau et au laboratiore, 5 hommes	7,000
Employés attachés à l'usine, 15 hommes.....	12,900
Chauffage, éclairage et force motrice.....	9,000
Fournitures, réparations et renouvellements.....	4,500
Pompage—hommes de service et fournitures	3,300
Hypochlorite de chaux	2,200
	$105,100
Coagulant, 0.65 de grain par gallon impérial.....	31,600
Total	$136,700
Avec l'eau riveraine:	
Total, comme ci-dessus, non compris coagulant	$105,100
Coagulant, 1.25 grain par gallon impérial	60,900
Total	$166,000
Avec un mélange de parties égales d'eau du St-Laurent et d'eau riveraine:	
Total, comme ci-dessus, non compris coagulant	$105,100
Coagulant, 0.9 de grain par gallon impérial.....	43,800
Total	$148,900

FILTRATION DOUBLE

Dans ce projet, les filtres à sable donneront un rendement de 8.3 millions de gallons impériaux par acre, par jour, d'après les expériences qui ont été faites au cours des 12 dernières années à Zurich, en Suisse, et suivant les plans qui ont été récemment préparés pour l'aqueduc de Croton, qui dessert la ville de New-York. Des filtres, couvrant une étendue de 6 acres, seraient construits et recouverts d'une voûte ou arche, disposée de manière à permettre l'usage de machines à laver le sable, comme celles qui sont employées à Wilmington, Del. Ces filtres fonctionneraient avec une grande vitesse à cause du traitement préliminaire qui serait appliqué au moyen des filtres mécaniques, dont le débit serait d'environ 2.1 gallons impériaux par pied carré, par minute. Cet agencement de filtres doubles ressemble sous plusieurs rapports aux installations qu'il y a actuellement à Zurich, Suisse, à Albany, N.Y., à Philadelphie, Pe., (stations de filtration de Torresdale et de Queen Lane), à Wilmington, Del., et à Steelton, Pe. Pour l'eau qui serait prise au large, il ne serait pas nécessaire de faire usage d'un coagulant et les états estimatifs des dépenses donnés ci-dessous ne pourvoient pas à l'établissement d'un bassin de coagulation, bien que les facilités voulues pour l'emploi d'un coagulant y soient prévues pour les cas où le frazil ap. paraîtrait en si grande quantité qu'il faudrait se servir d'eau riveraine- Dans le cas où l'eau riveraine serait employée à des intervalles peu fréquents, il serait possible de coaguler les matières organiques sans le bassin de sédimentation et ses dépendances. Si l'eau riveraine était employée fréquemment, il n'y aurait qu'à ajouter aux chiffres ci-dessous indiqués une somme d'environ $241,500 pour la construction d'un bâtiment pour les régulateurs d'étiage et d'un bassin de coagulation. Avec ces installations additionnelles, l'on pourrait faire usage avantageusement de l'eau du St-Laurent ou de l'Ottawa ou d'un mélange des deux. Les frais approximatifs de construction et d'exploitation sont indiqués ci-dessous.

ETAT ESTIMATIF DES FRAIS DE CONSTRUCTION D'UNE USINE DE FILTRATION DOUBLE D'UNE CAPACITE DE 50 MILLIONS DE GALLONS IMPERIAUX PAR JOUR.

Pompes à basse pression (installation complète)	$102,000
Filtres préliminaires et bâtiment pour les contenir	260,000
Service de distribution d'eau pour fins de lavage	25,000
Filtres à sable finals, 6 acres, y compris matériel de stérilisation	615,000
Bureau et laboratoire	25,000
Réservoir d'eau filtrée	105,000
Tuyaux reliant ensemble la conduite, la station de pompes et les filtres	75,000
Drains, conduites, chemins, trottoirs, chauffage et éclairage .	50,000
	$1,257,000
Dépenses casuelles et honoraires d'ingénieur, 15%	188,500
Total, non compris le terrain	$1,445,500

ETAT ESTIMATIF DES FRAIS D'EXPLOITATION D'UNE USINE DE FILTRATION DOUBLE D'UNE CAPACITE DE 50 MILLIONS DE GALLONS IMPERIAUX PAR JOUR.

Avec l'eau du St-Laurent:	
Charges fixes sur le compte du capital, 6.28% sur $1,445,500	$90,800
Employés attachés au bureau et au laboratoire, 5 hommes	7,000
Employés attachés à l'usine, 13 hommes	11,800
Chauffage, éclairage et force motrice	8,300
Fournitures, réparations et renouvellements	7,500
Pompage—hommes de services et fournitures	3,300
Hypochlorite de chaux	2,200
Total.....	$130,900
Avec l'eau riveraine:	
Total, comme ci-dessus	$130,900
Charges fixes sur le compte du capital, 6.28% sur frais additionnels de construction ($241,500)	15,200
Employés additionnels attachés à l'usine, 4 hommes.....	2,700
Coagulant, 1.25 grain par gallon impérial	60.900
Total	$209,700
Avec un mélange de parties égales d'eau du St-Laurent et d'eau riveraine:	
Total, comme ci-dessus	$130,900
Charges fixes, 6.28% sur frais additionnels de construction ($241,500)	15,200
Employés additionnels attachés à l'usine, 4 hommes.....	2,700
Coagulant, 0.9 de grain par gallon impérial.....	43,800
Total	$192,600

TRAITEMENT DE L'EAU AVEC L'HYPOCHLORITE.

Nous désirons faire de nouveau remarquer que dans les états estimatifs ci-dessus, il est pourvu, dans chaque cas, à l'emploi d'hypochlorite de chaux comme agent stérilisant. Le traitement de l'eau avec ce sel, à raison de 50 millions de gallons impériaux par jour, ne coûte qu'environ $2,200 par année. Bien que nous soyons convaincus que les filtres seuls pourraient (pourvu que l'on apportât tant soit peu de soin) donner une eau parfaitement satisfaisante au point de vue hygiénique, la dépense supplémentaire que ce traitement représente est si faible que nous avons coutume de recommander que cette précaution additionnelle soit prise dans l'intérêt de la santé des consommateurs d'eau.

Avec le plein développement de la force hydraulique, il est tout probable, que, plus tard, l'on jugera qu'il est plus avantageux de stériliser l'eau par la décomposition électrolytique de solutions de sel ordinaire. Des perfectionnements dans l'usage de l'électricité à cette fin son apportés rapidement, et nous suggérons que la question de l'emploi de l'électricité soit laissée en suspens pour le moment.

COMPARAISON ENTRE LES DIVERSES METHODES DE FILTRATION.

Afin de permettre de faire des comparaisons, nous donnons ci-dessous une récapitulation des frais de construction, d'entretien et d'exploitation (avec charges annuelles sur le compte du capital) des divers genres d'usines de filtration, pour la purification de 50,000,000 de gallons impériaux, par jour.

	Filtres à sable.	Filtres mécaniques.	Filtres. doubles.
I. Frais de Construction.			
A. Eau du St-Laurent.	$1,692,800	$1,054,550	$1,445,500
B. Eau riveraine.	2,475,950	1,054,550	1,687,000
C. Eaux mélangées.	2,475,950	1,054,550	1,687,000
II. Charges annuelles sur le compte du capital et frais d'entretien.			
A. Eau du St-Laurent.	$140,500	$136,700	$130,900
B. Eeau riveraine.	254,500	166,000	209,700
C. Eaux mélangées.	237,400	148,900	' 192,600

Quant aux mérites comparatifs des divers systèmes, nous désirons déclarer tout d'abord qu'avec chaque genre de filtre l'on pourra obtenir une eau limpide, claire et saine moyennant une dépense totale, par million de gallons, qui ne dépassera pas ce que l'on dépense dans les autres villes qui sont pourvues d'usines de filtration du type le plus moderne.

Nous voulons aussi qu'il soit bien compris que les usines de filtration des divers types, bien que leur débit soit fixé à 50 millions de gallons impériaux par jour, peuvent, pendant de courtes périodes de temps, purifier des quantités d'eau beaucoup plus considérables que cela.

Les filtres mécaniques coûtent moins cher, quant aux frais de premier établissement, que les filtres à sable ordinaires et les filtres doubles.

Les filtres mécaniques, quant aux frais totaux (charges sur le compte du capital, frais d'exploitation et d'entretien) sont de beaucoup les moins coûteux pour l'eau riveraine et pour un égal mélange d'eau riveraine et d'eau du St-Laurent tirée du large.

Les filtres mécaniques pour le traitement de l'eau du St-Laurent prise au large, sont un peu plus dispendieux, en ce qui concerne les frais totaux, que les filtres doubles et sont un peu moins coûteux que les filtres à sable ordinaires pour traiter cette eau.

Les filtres à sable ordinaires sont beaucoup plus dispendieux que les filtres doubles pour le traitement de l'eau du St-Laurent prise au large.

Les filtres à sable ordinaires donneraient à certaines époques une eau filtrée tout à fait incolore dans le cas où le frazil ou d'autres causes obligeraient les citoyens de se servir d'eau riveraine. Si ces filtres à sable ordinaires, avaient â purifier des quantités d'eau riveraine tant soit peu considérables, il faudrait un bassin de coagulation et des dispositifs pour

l'application de coagulants afin de pouvoir obtenir une eau incolore d'apparence attrayante. Ce projet serait alors beaucoup plus dispendieux qu'un système de filtres doubles et plus dispendieux encore qu'un système de filtres mécaniques.

Des filtres doubles donneraient une eau filtrée parfaitement satisfaisante à moins de frais avec l'eau du St-Laurent prise au large, et il en serait à peu près de même dans le cas où l'on se servirait occasionnellement d'eau riveraine par suite de complications dues au frazil.

L'on se sert généralement de filtres doubles en Europe, particulièrement en France, et aussi le long du littoral de l'Atlantique Nord, en Amérique, notamment à Albany, N.Y., Philadelphie, Pe., Wilmington, Del., et Steelton, Pa.

Des filtres doubles seraient beaucoup plus coûteux, quant aux déboursés sur le compte du capital et à la dépense totale, que des filtres mécaniques dans le cas où l'on jugerait nécessaire ou à propos de se servir, à de fréquents intervalles, d'eau riveraine.

Les filtres doubles offrent le type le plus " flexible " de purificateurs, en ce sens qu'ils donneraient généralement un service satisfaisant sans l'usage de coagulants en ce qui concerne l'eau du St-Laurent qui serait prise au large, et dans le cas où l'on s'approvisionnerait d'eau près de la rive pendant de longues périodes de temps, ils permettraient de faire les installations additionnelles voulues plus commodément et plus économiquement que si des filtres à sable ordinaires avaient été établis.

Nous ne croyons pas qu'il soit nécessaire de faire souvent usage de l'eau riveraine. Le seul avantage qu'offre cette eau, c'est qu'elle est moins dure que l'eau du St-Laurent, au large, l'eau de ce fleuve en ce qui concerne la crudité, ressemblant beaucoup à celle dont on se sert dans un grand nombre de villes situées sur les grands lacs.

Après une étude approfondie des avantages respectifs que présentent les divers types de filtres et après avoir mûrement considéré ce qu'ils coûteraient nous donnons la préférence aux filtres doubles.

SUPERFICIE DU TERRAIN NECESSAIRE.

Comme nous l'avons déjà fait remarquer, aucun état estimatif n'a été fait quant au coût du terrain, vu que les fonctionnaires de la ville sont mieux renseignés que nous sur ce point.

Comme vous nous avez demandé d'indiquer la superficie du terrain nécessaire, nous vous dirons que, dans le cas où l'on adopterait un système de filtration double—et nous croyons que c'est le meilleur système—il faudra de 16 à 18 acres pour une usine d'une capacité de 50,000,000 de gallons impériaux par jour.

Cela ne comprend pas le terrain requis pour l'agrandissement de l'aqueduc, pour le nouveau pavillon des roues et la station de pompes, pour le nouveau déversoir, etc.

Nous calculons qu'il faudra de 50 à 55 acres—55 ne serait pas trop—pour installer commodément une usine de purification d'une capacité trois fois plus considérable que celle sus-mentionnée, soit 150 millions de gallons impériaux, par jour.

RESERVOIRS DISTRIBUTEURS.

Lorsqu'on installe des filtres en Europe et de ce côté-ci de l'Atlantique, on a généralement l'habitude de couvrir les nouveaux réservoirs qui sont construits pour contenir l'eau filtrée, afin de tenir l'eau fraîche en été et libre de contamination par la poussière et les feuilles et afin de la protéger contre les algues et les autres organismes microscopiques, qui, tout en n'étant pas nuisibles à la santé, sont fréquemment la source de saveurs et d'odeurs très désagréables. Nous considérons qu'il est bien préférable, généralement parlant, d'emmagasiner l'eau filtrée dans des réservoirs couverts plutôt que dans des réservoirs découverts.

Quant à l'opportunité de couvrir le réservoir McTavish et le réservoir de la station du haut niveau, nous n'avons pas étudié cette question à fond vu l'incertitude qui existe quant à l'usage auquel serviront ces réservoirs lorsqu'on aura décidé d'approvisionner la ville d'eau par une seule et unique usine. De plus, dans les villes américaines, presque sans exception, les réservoirs d'où est distribuée l'eau filtrée sont découverts. Il en est ainsi à Lawrence, Mass., Albany, N.Y., Pittsburg, Pe., Cincinnati, Ohio, etc. Dans quelques endroits, des arrangements ont été faits pour changer les tuyaux d'entrée et de sortie de manière qu'il n'existe aucuns coins stagnants où le développement des corpuscules végétaux pourrait être facilité.

Nous sommes d'opinion qu'il vaut mieux laisser cette question en suspens pour le moment, bien que nous croyions devoir faire remarquer que la dépense à faire pour couvrir le réservoir McTavish et le réservoir de la station du haut niveau serait approximativement de $125,000.

RESUME ET CONCLUSIONS.

Les résultats de notre étude sur les meilleurs moyens d'assurer un approvisionnement amélioré d'eau pour la ville de Montréal sont sommairement décrits ci-dessous:

Il n'est pas possible d'obtenir un approvisionnement de bonne eau au moyen de puits artésiens ou d'autres sources situées sur l'Ile de Montréal ou dans ses environs. Un approvisionnement par gravitation des montagnes Laurentides pourrait être obtenu de différentes sources parmi lesquelles la plus convenable serait le bassin de la rivière Ouareau, en amont de Rawdon.

L'eau de la rivière Ouareau, dans son état naturel, ne pourrait donner régulièrement un approvisionnement convenable. L'eau est fortement colorée par des matières végétales et les nombreux lacs compris dans son bassin, contiennent à certaines époques des algues et d'autres corpuscules qui peuvent donner à l'eau une saveur et une odeur fort désagréables, et il existe une population suffisante dans le voisinage et autour des lacs et des cours d'eau dans ce bassin pour rendre dangereuse, à certaines époques et considérablement moins hygiénique, la qualité de l'eau dans son état brut.

L'expropriation de toute la superficie du bassin entraînerait une dépense tellement exorbitante qu'on ne saurait songer à l'entreprendre et même en faisant cette expropriation, cela ne pourrait éliminer le danger, au point de vue sanitaire, dû à la présence des personnes visitant les bords des lacs et des cours d'eau de ce bassin.

Résumant toutes ces observations nous sommes fermement convaincus de la nécessité de filtrer l'eau de la rivière Ouareau pour en faire une source d'approvisionnement convenable pour la ville de Montréal.

La dépense à faire pour amener de la rivière Ouareau dans le réservoir de la Cité 50 et 100,000,000 de gallons d'eau par jour est estimée à $12,000,050 et $18,000,032, respectivement, en n'allouant qu'une somme très modérée pour les dommages causés par la dérivation de l'eau servant de force motrice et pour les dommages aux propriétaires de coupes de bois.

Montréal est amplement favorisée en ayant à sa porte un des plus grands fleuves du continent, qui offre les plus grandes facilités pour le développement de la force motrice en même temps qu'il offre une source d'approvisionnement d'eau dont la qualité, même à son état brut, est bien meilleure que celle de l'eau fournie à un grand nombre de villes importantes situées ailleurs. Ce que nous disons là, quant à la qualité de l'eau du Saint-Laurent, ne s'applique qu'à l'eau prise à quelque distance du rivage de façon à exclure le danger des pollutions locales riveraines.

Nous approuvons le projet d'agrandissement de l'aqueduc, dont le coût pour les besoins actuels, y compris les turbines, les pompes et les bâtiments nécessaires, est estimé à environ $2,500,000.

C'est une proposition financière très pratique, étant donné que l'intérêt sur le capital dépensé sera beaucoup moindre que ne le serait le prix du combustible employé à engendrer une force à vapeur équivalente pour pomper l'eau; le pouvoir hydraulique développé pouvant également engendrer l'électricté et servir à divers usages pour lesquels la Ville de Montréal trouverait sans aucun doute un marché.

Nous approuvons la proposition de prolonger la prise d'eau jusqu'à environ 1,200 pieds du rivage et de la raccorder avec la conduite fermée présentement en usage. L'on aurait ainsi une eau de bien meilleure qualité, au point de vue hygiénique, que celle qui est actuellement prise près de la rive. Cette eau serait également bien plus facile à filtrer.

Nous ne prévoyons aucune difficulté sérieuse provenant du frazil à la prise d'eau, mais des arrangements pourront être faits pour s'approvisionner occasionnellement d'eau près de la rive à un endroit où il n'y aurait pas à craindre le frazil.

L'eau du Saint-Laurent, à la nouvelle prise d'eau projetée, au large, est, il est vrai, plus dure que celle prise actuellement près de la rive et que celle de la rivière Ouareau. Nous ne considérons pas que cela soit très important, vu que durant les mois d'hiver la Ville de Montréal se sert presque exclusivement de cette eau et elle en est satisfaite. D'ailleurs cette eau ressemble beaucoup, quant à sa crudité, à celle qui est actuellement employée dans les différentes villes ou villages situés sur les grands lacs sans qu'on y trouve rien à redire, et elle est pratiquement aussi douce que l'eau que l'on traite pour la rendre moins dure dans différents endroits de l'ouest des Etats-Unis où des usines ont été installées pour traiter les eaux d'une excessive crudité. La meilleure méthode pour filtrer l'eau du Saint-Laurent tirée de la prise d'eau projetée, au large, est la double filtration.

Pour une usine d'une capacité de 50,000,000 de gallons, l'on calcule que le capital à dépenser, non compris le terrain, serait de $1,445,500,

et que les frais d'entretien et d'exploitation, y compris les charges fixées sur le compte du capital, seraient de $130,900 pour cette quantité d'eau.

L'eau filtrée du Saint-Laurent pompée par force hydraulique serait pour le moins aussi bonne que l'eau filtrée amenée par gravité de la rivière Ouareau, et la dépense serait beaucoup moins forte.

En terminant, nous suggérons que des mesures soient immédiatement prises pour entreprendre la construction de la prise d'eau au large, avec ses raccordements à la conduite; que des machines soient installées pour utiliser la force additionnelle qui sera développée par le canal de l'aqueduc, que l'on est actuellement à agrandir, et que des doubles filtres du genre de ceux décrits dans ce rapport, soient construits au pied de l'aqueduc, à côté de .la station de pompes actuelle.

Quant au temps qu'il faudra pour faire les travaux d'installation de l'usine de filtration, il serait possible, dans des conditions favorables, d'exécuter ces travaux dans l'espace d'environ 30 mois si l'ordre de préparer les plans était promptement donné, de façon à adjuger les principales entreprises au commencement du printemps de 1911.

Dans l'intervalle, la nouvelle prise d'eau au large pourra être achevée, et d'autres mesures pour améliorer la qualité de l'eau, comme, par exemple, l'entretien soigneux du matériel de stérilisation, pourront être adoptées.

Respectueusement soumis,

(Signé) HERING & FULLER,
Ingénieurs consultants.

GAYLORD BROS.
MAKERS
SYRACUSE, - N.Y.
PAT. JAN. 21, 1908

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 112082547